



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

Facultad Regional Multidisciplinaria Matagalpa

MONOGRAFIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERIA AGRÓNOMICA

Tema

Potencial de suelos en unidades de producción agrícola de las comunidades Chagüite Grande N° 1 y Sisle N°1, Sitio Ramsar Apanás, municipio Jinotega, I semestre 2017.

Autor:

Br. Luis Efren Olivas Rivas

Tutor:

PhD. Francisco Javier Chavarría Aráuz

Matagalpa, Agosto 2017



DEDICATORIA

Con todo cariño dedico este trabajo a quienes me apoyaron de manera decidida durante mis estudios universitarios.

A DIOS por haberme dado la inteligencia, Sabiduría y Salud para lograr finalizar la carrera de Ingeniería Agronómica.

A mis padres Encarnación Olivas Alfaro y Nelly del Carmen Rivas Castro y hermanos, por su apoyo incondicional, ellos fueron la base fundamental que me permitió lograr el cumplimiento de mis metas y propósitos.

A los maestros y maestras por su capacidad, paciencia y tolerancia me formaron y me transformaron en profesional con la misión y visión de servirle a nuestro País.

Br. Luis Efren Olivas Rivas

AGRADECIMIENTO

Dios todo poderoso es quien me ha iluminado y dado los conocimientos necesarios para llegar al hogar de cada uno de estos productores a quienes les agradecemos por habernos recibido con mucho gusto, paciencia y esmero para ayudarnos a la hora que recolecte la información.

A mis padres, que con muchos esfuerzos y sacrificios me ayudaron a dar los primeros pasos en la vida, inculcándonos valores morales; que hoy es lo que me hace un joven emprendedor con metas trazadas para triunfar como profesional.

A los profesores de toda la vida que con paciencia nos brindaron todos los conocimientos necesarios para nuestro aprendizaje.

A mi tutor MSc. Francisco Javier Chavarría Arauz que con esmero dedicó parte de su tiempo para la elaboración de esta investigación.

Al proyecto “Agricultura de Conservación de Suelo y Agua (ASA)”, ejecutado por la UNAN FAREM, Matagalpa con apoyo financiero y técnico de CRS, por brindarnos la oportunidad de realizar de manera exitosa esta investigación en tiempo y forma.

Br. Luis Efren Olivas Rivas

RESUMEN

El estudio de potencialidad del suelo en unidades de producción agrícola de las comunidades Chagüite Grande N° 1 y Sisle N°1, Sitio Ramsar Apanás, municipio Jinotega, I semestre 2017. Las variables medidas fueron: propiedades extrínsecas (relieve y climatológica), propiedades intrínsecas del suelo divididas en físicas, químicas y biológicas, la situación económica (producción y financiamiento) e implementar propuesta las recuperaciones de las propiedades del suelo y mejorar la situación económica. Como objetivo principal se pretendía evaluar potencialidad de suelos con relación a sus propiedades y su efecto económico en Unidades de producción Agrícola, de tal forma que los resultados obtenidos sirvan como herramienta base para elaborar la propuesta de un plan de manejo conservacionista llamado agricultura suelo y agua (ASA). En el estudio se involucraron 4 productores que se dedican a la producción de maíz (*Zea mays L*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*). La población universo de estudio estaba constituida por 8 unidades de producción agrícola. La muestra fue de 4 unidades de producción, esta muestra es no probabilística ya que existieron criterios de selección específicos. Los parámetros propiedades extrínsecas con respecto a los cultivos en las unidades producción agrícola se encuentra en condiciones adecuadas, representan oportunidades para los diferentes cultivos que se pueden aprovechan en la zona. Se logró identificar que dentro de las propiedades intrínsecas encontrándose que las unidades de producción evaluadas en lo general se encuentran en condiciones aceptables y productivas. Lográndose describir la situación económica de las unidades de producción está en un desarrollo sostenible.

INDICE

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
RESUMEN	III
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	4
III. JUSTIFICACIÓN.....	10
IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
4.1. Formulación del problema.....	12
4.2. Pregunta general.....	13
4.3. Preguntas específicas.....	13
V. OBJETIVO	14
5.1. Objetivo general.....	14
5.2. Objetivos específicos	14
VI. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	15
6.1. Hipótesis general	15
6.2. Hipótesis Específicas	15
VII. MARCO TEÓRICO	16
7.1. El Suelo.....	16
7.2. Clasificación de suelos en Nicaragua	17
7.2.1. Situación de los suelos en Nicaragua.....	18
7.3. Evaluación del suelo	19
7.3.1. Parámetros para evaluar las propiedades del suelo.....	20
7.4. Propiedades extrínsecas (Relieve)	21
7.4.1. Relieve.....	21
7.4.2. Clima	22
7.4.3. Macro clima	22
7.4.4. Microclima	24
7.4.5. Características climatológicas	24
7.4.6. Precipitación	25
7.4.7. Temperatura	25
7.4.9. Humedad relativa.....	27
7.4.10. Altitud.....	27
7.4.11. Velocidad del viento.....	28
7.4.12. Pendiente	29
7.5. Propiedades intrínsecas.....	31
7.5.1. Propiedades intrínsecas físicas	31
7.5.1.1. Textura.....	31

7.5.1.2.	Capacidad de Campo (CC)	33
7.5.1.3.	Punto de Marchitez Permanente (PMP)	34
7.5.1.4.	Humedad aprovechable	34
7.5.1.5.	Humedad relativa	35
7.5.1.6.	Velocidad de infiltración (Permeabilidad)	36
7.5.1.7.	Estructura y consistencia del suelo	38
7.5.1.8.	Porosidad del suelo.....	39
7.5.1.9.	Color del suelo	39
7.5.1.10.	Moteado del suelo y su abundancia.....	40
7.5.1.11.	Compactación (piso de arado)	41
7.5.1.12.	Cobertura	42
7.5.1.13.	Profundidad del suelo	43
7.5.2.	Propiedades intrínsecas químicas	45
7.5.2.1.	Capacidad de intercambio catiónico	45
7.5.2.2.	Potencial de iones de hidrógeno (pH)	46
7.5.2.3.	Nutrientes del suelo	46
7.5.2.3.1.	Nutrientes primarios.....	47
7.5.2.3.2.	Nutrientes secundarios	48
7.5.2.3.3.	Los micronutrientes o micro elementos	49
7.5.3.	Propiedades intrínsecas biológicas	50
7.5.3.1.	Contenido de materia orgánica	50
7.5.3.2.	Organismos del suelo	52
7.5.3.2.1.	Micro fauna	54
7.5.3.2.2.	Macro fauna.....	54
7.5.3.2.3.	Conteo de lombrices de tierra	55
7.6.	Factores económicos	57
7.6.1.	Producción económica de un producto.....	57
7.6.1.1.	Tamaño de la finca.....	57
7.6.1.2.	Costos de producción de un cultivo o producto.....	58
7.6.1.3.	Canales de comercialización.....	58
7.6.1.4.	Productividad	59
7.6.1.2.1.	Rendimientos Productivos.....	59
7.6.1.2.3.	Rentabilidad	59
7.6.1.2.4.	Ingresos	60
7.6.1.2.5.	Egresos.....	60
7.6.2.	Financiamientos.....	61
7.6.2.1.	Acceso a créditos económicos.....	61
7.7.	Agricultura de conservación	61
VIII.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	63
8.1.	Ubicación Geográfica de la Zona de estudio	63
8.2.	Tipo de estudio	65
8.3.	Población y muestra.....	65

8.3.1. Las unidades de producción agrícola seleccionadas en base a los siguientes criterios:	66
8.4. Técnicas de investigación	66
8.5. Procesamientos de datos y análisis de la información	67
8.6. Operalización de variable	69
IX. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	71
9.1. Propiedades extrínsecas del suelo de las unidades de producción	71
9.1.1. Pendiente (Relieve) de las unidades de producción agrícola	71
9.1.2. Propiedades extrínsecas climatológicas de las unidades de producción agrícola	73
9.1.2.1. Precipitaciones de las unidades de producción agrícola	73
9.1.2.2. Temperatura de las unidades de producción agrícola	74
9.2. Propiedades intrínsecas (Físicas) de las unidades de producción	75
9.2.1. Textura de suelo de las unidades de producción agrícola	75
9.2.2. Capacidad de campo de las unidades de producción agrícola	77
9.2.3. Punto de marchitez permanente de las unidades de producción	78
9.2.4. Indicadores intrínsecos físicos	79
9.2.4.1. Evaluación Visual del Suelo (EVS) de UAP	79
9.3. Propiedades intrínsecas químicas	82
9.3.1. Capacidad de Intercambio Catiónico de UAP	82
9.3.2. Potencial de iones de hidrógeno pH de las unidades de producción agrícola	83
9.3.3. Nutrientes del suelo de las unidades de producción agrícola	84
9.4. Propiedades intrínsecas biológicas de las unidades de producción agrícola	88
9.5. Evaluación de la situación económica de las unidades de producción agrícola	89
9.5.1. Factores económicos (Producción)	89
9.5.1.1. Tamaño de las unidades de producción	89
9.5.1.2. Rendimientos productivos	90
9.5.1.3. Costo de producción	91
9.5.1.4. Egresos productivos de las unidades de producción agrícola	94
9.5.1.3. Ingresos productivos brutos.	95
9.5.1.4. Rentabilidad de los cultivos de las unidades	95
X. CONCLUSIONES	97
XI. RECOMENDACIONES	98
XII. BIBLIOGRAFÍA	99
XIII. ANEXOS	104

I. INTRODUCCIÓN

Como resultado de todo el mal manejo, el suelo ha llegado a nuestros días intensamente degradado hasta el punto de encontrarse gran parte de nuestros suelos de labor, especialmente en las regiones áridas y semiáridas, en una situación de deterioro irreversible. Para revertir esta dramática situación, la única solución pasa por un uso racional del suelo, es decir, utilizar cada suelo para aquello que presenta mejores características y programar su manejo de manera que se cause la mínima degradación. Esto es precisamente el fin último de la evaluación de suelo (Dorronsoro, 2007).

Se realizó un el estudio con el objetivo de evaluar potencialidad de suelos con relación a sus propiedades y su efecto económico en Unidades de producción Agrícola en las comunidades, Chagüite Grande N°1, y Sisle N°1, sitio Ramsar Apanás, municipio Jinotega, departamento de Jinotega, I semestre 2017.

El INTA (2013) menciona que los suelos del país experimentan cambios debido al uso de prácticas inapropiadas, como el uso intensivo de maquinaria agrícola provocando problemas de piso de arado y pérdidas de suelo por la erosión eólica en los suelos del país, además el uso de la ganadería intensiva ha provocado pérdidas de suelo, a esto se le suma un aumento en la deforestación dándole cambios de uso lo que marca un impacto negativo en el desequilibrio de los ecosistemas, viéndose fuentes hídricas, humedales, manglares desprotegidos y aumentando el nivel de sedimentación por consiguiente afectando la calidad de agua.

Este estudio se llevó a cabo en 4 unidades de producción ubicadas en las comunidades de Chagüite Grande N°1 y Sisle N°1. Donde se utilizó Para los datos de propiedades extrínsecas la metodología de Donrronsoro (2007) modificada por Chavarría para Arceda y Salmerón (2013).

Utilizando la metodología desarrollada por Graham (2000), para las propiedades intrínsecas físicas (estructura y consistencia, porosidad, coloración, número y color de moteado, conteo de lombrices, cobertura y profundidad), la calificación visual (cv) a cada indicador le corresponde una calificación o valor visual (Cv) de acuerdo a la escala siguiente: 0 = (Pobre); 1 = (Moderado); 2 = (Bueno), la asignación de estos valores depende de la calidad de la tierra observada en la unidad de producción, al comparar la muestra de tierra con las tres fotografías que se indican en esta metodología de campo.

La guía utilizada para evaluar las propiedades intrínsecas químicas con resultados del suelo fue la tabla establecida por LAQUISA evaluando el estado de cada nutriente en las unidades Muy Alto, Alto, Medio y Bajo.

En las comunidades Chagüite Grande N°1 y Sile N°1 la situación es preocupante ya que han ocurrido deterioro del suelo, producto del mal manejo que se le han dado a estos. Otras afectaciones son el lavado de los suelos, pérdida de capa vegetal, todo debido a procesos del mal manejo de las unidades, agravados estos por el manejo y la pendiente o inclinación que presentan estos suelos completamente desprotegidos.

Según el INTA (2013, p.21) menciona que “de 1,925,000 hectáreas de tierra arable que tiene Nicaragua el 4.8% de suelo arable se deforesta cada año” esto indica que el avance acelerado de la frontera agrícola realizando cambios en el uso de la tierra por consiguiente cambios en los ecosistemas

La Evaluación del suelo es un sistema de clasificación aplicado que evalúa la capacidad del suelo para su utilización óptima, es decir, obtener máximos beneficios con mínima degradación. Puede definirse como “cualquier método que mida, o sea capaz de predecir, el uso potencial de una tierra”.

Por eso se decidió estudiar cuál es el estado de los indicadores de la potencialidad de suelos con relación a sus propiedades y su efecto económico en Unidades Productivas Agrícolas en las comunidades del sitio Ramsar Apanás.

Por lo que se puede concluir que los sistemas de producción son los indicados. Determinando el estado favorable de esta propiedad extrínsecas, con resultados de la propiedad intrínsecas, las unidades de producción evaluadas en lo general se encuentran en condiciones aceptables y productivas, La situación económica en las unidades de producción agrícola con relación a los cultivos que se establecen (maíz y frijol) y los índices productivos obtenidos de estos, en los últimos tres años, se encuentran por debajo de los rendimientos óptimos. Alcanzando rentabilidad entre el 50% y el 60% respectivamente.

II. ANTECEDENTES

Rivero (1985) señalo que en América Latina se han realizados estudios sobre el recurso suelo, tales como la erosión potencial del suelo de Cuba y los métodos para su mapificación. En el estudio, que los problemas más graves que enfrenta la agricultura Cubana son: la degradación de los suelos y el no prestarle la debida atención a los procesos que lo ocasionan, los que comprometen seriamente el futuro del país.

FAO (1994) mediante el estudio “Evaluación de la Erosión Actual de Suelos y la Predicción del Riesgo de Erosión Potencial”, realizado en Costa Rica existen algunos referentes al proceso o la dinámica de la erosión. Una de las alternativas para la cuantificación de la pérdida de suelo, fue la aplicación del modelo (Ecuation Loss Soil Universal), USLE que consiste en un modelo estadístico, basado en regresión múltiple de los cuatro factores más importantes que intervienen en el proceso erosivo: clima, pendiente, uso del suelo y las prácticas de conservación.

Según la metodología USLE, más del 92 % del área de estudio pierde anualmente más de 50 toneladas de suelo por hectárea. Esto supone, que áreas usadas intensamente en actividades agrícolas, están perdiendo anualmente alrededor de 20 cm de suelo por hectárea, lo que sale de lo normal, puesto que estas áreas tienen una profundidad promedio del horizonte A de 22 cm y han mantenido su productividad agrícola durante muchos años, o sea, que la micro cuenca está afectada mayoritariamente por una erosión muy severa.

Para Pacheco, (2000) en Cuba, la demanda cada vez mayor de alimentos para la población ha contribuido a la explotación intensiva de los suelos agrícolas, generalmente basada en la mecanización con tractor y arados inadecuados para una u otra condición de suelo, lo que ha generado un agudo proceso de degradación, manifiesto en la pérdida de nutrientes y suelo originado por el goteo

de la lluvia y la escorrentía a causa fundamental de la pendiente que presentan los suelos.

El 56 % del fondo del suelo del territorio nacional está clasificado como potencialmente erosionado y el 40% de los suelos cultivados de Cuba están erosionados en mayor o menor grado, lo cual es alarmante en un país con tasa demográfica alta y en constante crecimiento.

Altieri & Nicholls, (2001) en la zona de Turrialba, Costa Rica, se realizó estudio con el objetivo de realizar una conversión desde un sistema de café convencional de monocultivo manejado con insumos agroquímicos, a un sistema más diversificado con árboles de sombra obteniendo como resultados que los sistemas diversificados de café con sombra de Laurel (*Cordia alliodora*), Poro (*Erythrina poeppigiana*) y Plátano (*Musa paradisiaca*) son mucho más rentables que las comparaciones con la finca de transición orgánica, ya sea de la perspectiva económica como de la perspectiva de conservación de suelos

Según el Informe del Estado del Ambiente Geo (2003), uno de los problemas ambientales más importantes que enfrenta Nicaragua es el deterioro de la fertilidad de los suelos por razones de cambio de su uso potencial. Por ejemplo suelos forestales son destinados para agricultura y ganadería incluyendo uso de laderas.

Aguirre, Avilés, Davis y Domínguez (2007), en el municipio de Nandaime, Nicaragua se realizó un estudio sobre la evaluación del estado del suelo en planicies y laderas. Evaluaron el estado de los suelos, mediante el uso de indicadores técnicos y calidad de suelo en parcelas con cultivos, pastos y bosques. Los resultados indicaron que los suelos bajo agricultura han perdido el horizonte superficial, están compactados, tienen baja infiltración, CIC y nivel bajo de N-P-K. Se ha reducido la fertilidad natural del suelo producto de prácticas

inadecuadas como deforestación, quema, agricultura migratoria, sobre pastoreo, labranza inadecuada

En Nicaragua, el recurso suelo es uno de los más deteriorado por el mal uso que se le da, con prácticas agrícolas inadecuadas y no reguladas, lo cual afecta los relieves que son sensibles a las fuerzas del viento y del agua. Aunque se conoce la importancia de los suelos en las actividades agrícolas, pecuarias y forestales muy poco se hace para el manejo y la conservación (Reyes, 2010).

Reyes (2010), en el Departamento de León se realizó la caracterización del estado de los suelos en base a sus características físicas y sistemas de producción, Señala que, para determinar el estado de los suelos en las parcelas de los productores, realizó un estudio de línea base. Como resultado los suelos del departamento de León han sido utilizado por los productores por más de 15 años en las actividades agrícolas y en su aprovechamiento han utilizado maquinaria para la preparación de terreno a una profundidad de 28 cm, a pesar de lo cual y en base a su densidad aparente promedio de 1.1 gr/cm^3 , indica que está dentro de la categoría de suelo no compacto. Además, que las texturas predominantes son franco arenoso, franco arcilloso arenoso y suelo franco arcilloso. La capacidad de campo es considerada buena con promedio mayores del 40% de retención de agua, con relación a la porosidad los suelos se consideran excelentes con un porcentaje de 55%, los valores de permeabilidad oscilan entre (2.3-10.51cm/h) por lo que se consideran moderados.

En estudios realizados por la UNAN Managua en la FAREM Matagalpa se encontró el tema de investigación: Evaluación de la calidad de suelo y diversidad de macro fauna en sistemas agroforestales con cacao y fragmentos de bosques, Waslala, RAAN, Nicaragua (Chavarría y Tórrez, 2011). El cual fue desarrollado como parte de convenio entre CATIE y la UNAN Managua.

Chavarría y Tórrez (2011), evaluaron las propiedades físicas, químicas y diversidad de macro fauna del suelo en sistemas agroforestales con cacao (SAF cacao) y fragmento de bosque. Mediante un diseño de investigación aplicado en 36 SAF cacao y 4 fragmento de bosque, donde se realizó: encuestas, muestreos para análisis físico, químico del suelo (profundidad de 0 a 20 cm) y extracción e identificación de macro fauna para determinar calidad de suelo. Por medio de análisis estadístico resultaron como indicadores relevantes: saturación, pH, suma de base y carbono, mediante análisis de conglomerados se formaron 4 grupos de calidad de suelo “+/- base” (14-SAF), “+ base (6 - SAF y 1 – B)” “-base” (11 SAF) y “c” (5 – SAF 3 – B), se aplicó ANDEVA, comprobando diferencias entre grupos y determinando probabilidades (< 0.05). Como resultado de indicadores más comparación con rangos óptimos y la diversidad de macro fauna, se determinó que el grupo + base es el que tiene mejor calidad de suelo.

Delgadillo & Rugama, en el año 2011, como resultado la coordinación entre CATIE-UNIVERSIDAD DE MALAGA Y UNAN-FAREM, Matagalpa se realizó estudio para determinar la influencia de las condiciones del medio sobre la erosión hídrica del suelo, en cultivos de frijol (*Phaseolus vulgaris*) y café (*Coffea arabica*), en el municipio El Cuá, Departamento de Jinotega, se obtuvieron resultados que afirman que existe un mayor riesgo de pérdidas de suelo en cultivo de café (*Coffea arabica*), en laderas con >40 % de pendiente, también se demostró que las técnicas de manejo del suelo han presentado diferencias de erosión estadísticamente significativas: el 85.19 % de los suelos manejados con arado estuvieron afectados por erosión, mientras que en los suelos manejados con espeque la erosión se redujo al 53.24 % del área.

Balmaceda y Fargas (2014) en la Ciudad de Darío, Matagalpa, Nicaragua, en convenio entre CIRA-PNVD y FAREM Matagalpa, realizaron el estudio sobre la “Caracterización agro socioeconómica de las unidades de producción de la Microcuenca de Moyúa, donde una de las variables estudiadas fueron parámetros físicos químicos y manejo agronómico del suelo, concluyeron que no se realizan

buenas prácticas agrícolas. Antes bien implementaban la eliminación de rastrojos y quemas, utilización de productos químicos, así como la eliminación de árboles, también observaron que las precipitaciones son un factor limitante, ocasionando en muchos casos pérdidas de cosecha por eventos de sequías, aunque las condiciones agroecológicas climatológicas como temperatura, horas luz y altura sobre el nivel del mar son las óptimas para el desarrollo de los cultivos que son establecidos.

Arceda & Salmerón (2014), en la parte alta y media, Río Cálico, San Dionisio realizó un estudio en sistemas productivos; con el objetivo de evaluar el impacto que tienen los sistemas productivos actuales sobre los suelos, se analizaron propiedades físicas, como textura, profundidad efectiva de suelos y químicas como potencial de hidrogeno (pH), contenido de materia orgánica a través de análisis químico de laboratorio, así como la identificación de los cultivos establecidos. Encontraron que las condiciones agroecológicas son las óptimas para el establecimiento de cultivos existentes, así como las propiedades físicas y químicas están en condiciones adecuadas a excepción del Fósforo (P).

La conservación de suelos en los últimos años, ha sido objeto de innumerables análisis en diferentes condiciones, sitios, prácticas, enfoques, etc. que han mostrado datos interesantes, pero que aún no explican porque hay una baja adopción de estas prácticas cuando se ha demostrado que pueden ayudar al suelo y, por lo tanto, a elevar los rendimientos productivos.

El propósito inicial de este estudio es hacer análisis del estado de la potencialidad de los suelos de las unidades de producción y describir la situación económica de la implementación de las prácticas de conservación para observar la rentabilidad de las mismas para los productores, particularmente del sitio de estudio.

Sin embargo, avanzando en la definición y consecución de la información en la zona, se decidió documentar las razones de los agricultores de adoptar o no adoptar una práctica u otra para conservar el suelo.

III. JUSTIFICACIÓN

La agricultura está actualmente en crisis. A pesar de que en todo el mundo la producción de alimentos es al menos igual que en el pasado, existen abundantes señales que demuestran que las bases de su productividad están en peligro (Gleissman, 2002).

MAGFOR (2003), plantea que la capacidad de uso es la intensidad de uso más apropiado del suelo, por sus características, propiedades físicas, relieve y condiciones ambientales para una explotación rentable con mínimo deterioro del recurso, estableciendo tres categorías: tierras agrícolas, pecuarias y forestales.

El objetivo de la confrontación entre el uso actual del suelo y el uso potencial de los suelos, es tener un conocimiento cuantificado de la forma en que está siendo utilizado el territorio, a fin de poder determinar el nivel de intervención, así como la degradación de los recursos naturales, con el propósito de orientar proyectos que tiendan a restaurar los recursos naturales, mejoren la eficiencia de producción, así mismo, se pueda tener el equilibrio entre la naturaleza y la sociedad (MAGFOR, 2003).

En la degradación de las tierras intervienen dos sistemas complejos conectados entre sí: el ecosistema natural y el sistema social humano. Las fuerzas de la naturaleza, mediante el desgaste periódico causado por fenómenos climáticos extremos persistentes, el uso y abuso por los seres humanos de los ecosistemas sensibles, vulnerables de tierras secas, suelen obrar de forma conjunta, dando con ello lugar a procesos de reforzamiento que no se entienden completamente (OMM, 2006).

El suelo es un componente del medio natural que adquiere su morfología y propiedades después de una lenta y larga evolución tras alcanzar un equilibrio con las condiciones ambientales. Es un ente natural en cuya evolución no está

previsto, de ningún modo su utilización por parte humana. Sin embargo, desde que el hombre del neolítico dejó de ser recolector y cazador para transformarse en agricultor y ganadero, el suelo viene soportando una explotación intensiva (Dorronsoro, 2007).

Acuña y Lemuel (2007), plantean que la forma en que se han venido utilizando los recursos naturales ha provocado problemas de degradación de la calidad y potencial ambiental, nos obliga a emprender una nueva forma de manejo del potencial agrícola del país.

Acuña y Lemuel (2007) afirman que la actualización de la información edáfica en Nicaragua se hace necesaria ya que después de más de 30 años de cultivo continuo, no se sabe con exactitud cuál es el potencial de los suelos y el nivel de degradación de tan importante recurso. Esta información es importante para la planificación del uso de la tierra acorde a las nuevas tecnologías de cara a la producción y a la conservación del suelo y del medio ambiente

Con este estudio se logró evaluar la potencialidad del suelo en sistemas productivos agrícolas en unidades de producción en Sisle N°1 y Chagüite Grande N°1, basado en las distintas propiedades intrínsecas y extrínsecas para predecir el comportamiento de estos suelos frente a una determinada utilización. Lo que nos brindó los elementos necesarios para la búsqueda de solución para el uso racional y utilizar cada tipo de suelo para aquello que presentan mejores características, programar su manejo de manera que cause la mínima degradación mejorando la economía, en la producción de las unidades de producción agrícolas. Beneficiando a los productores en la toma de decisiones en la mejora de los rendimientos productivos, contribuyendo a la conservación, preservación y recuperación de su capital natural, los resultados también son una valiosa fuente de consulta para estudiantes, docentes e instituciones interesadas en el tema.

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

4.1. Formulación del problema

Reyes (2010) señala que los recursos naturales con los que cuenta Nicaragua son producto de las condiciones geológicas, de suelo, clima y ecología vegetal. Al realizar estudios de los recursos naturales se hace hincapié en la importancia que se le debe dar a algunos aspectos tales como: clima, suelo, cultura, agua y las unidades hidrográficas como un sistema natural y dinámico que permita su aprovechamiento y protección sostenible.

El conocimiento y la utilización de los recursos naturales son el producto de numerosos procesos socio-culturales y de experimentación humana con su entorno. En el conocimiento, existen variaciones individuales que posiblemente afectan la percepción que cada persona tiene sobre un recurso. Las variaciones individuales pueden no ser importantes; sin embargo, la acumulación de éstas en varias generaciones puede generar transformaciones significativas del conocimiento, tal como lo plantea (Goodenough, 2003).

En este contexto, es importante el papel de la tradición, para forma de transformar los recursos naturales con el fin de obtener un bien y la interacción entre los diferentes integrantes de un grupo para la transmisión de este conocimiento.

Los suelos de Nicaragua aún son muy fértiles, aunque los procesos erosivos, prácticas agrícolas inadecuadas y la falta de prácticas de conservación de suelo ocasionan grandes pérdidas de la capa fértil del suelo (Reyes, 2010).

4.2. Pregunta general

¿Cuál es el estado de los indicadores de la potencialidad de suelos con relación a sus propiedades y su efecto económico en Unidades Productivas Agrícolas en las comunidades, Chagüite Grande N° 1 y Sisle N°1, sitio Ramsar Apanás, municipio Jinotega, departamento de Jinotega, ¿I semestre 2017?

4.3. Preguntas específicas

¿Cuál es la situación del suelo con respecto a las propiedades extrínsecas en las Unidades de Producción Agrícolas?

¿Cuál es la situación del suelo con relación a las propiedades intrínsecas en las Unidades de Producción Agrícolas?

¿Cuál es la situación económica de las Unidades de producción Agrícolas?

V. OBJETIVO

5.1. Objetivo general

Evaluar potencialidad de suelos con relación a sus propiedades y su efecto económico en Unidades de producción Agrícola en las comunidades, Chagüite Grande N°1, y Sisle N°1, sitio Ramsar Apanás, municipio Jinotega, departamento de Jinotega, I semestre 2017.

5.2. Objetivos específicos

Determinar la situación del suelo con relación a las propiedades extrínsecas en las Unidades de Producción Agrícolas.

Identificar el estado de la situación del suelo con respecto a las propiedades intrínsecas en las Unidades de Producción Agrícolas.

Describir la situación económica de las Unidades de Producción Agrícolas.

Formular propuesta de alternativas para el uso apropiado del suelo en las Unidades de Producción Agrícolas.

VI. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

6.1. Hipótesis general

Los suelos de las unidades de producción agrícola de Chagüite Grande N°1 y Sisle N°1 a evaluar presentan un alto nivel de degradación en sus propiedades lo cual afecta la productividad y dando un impacto económico en las unidades de producción agrícola.

6.2. Hipótesis Específicas

H1. La situación que presentan los suelos con relación a las propiedades extrínsecas lo ubica en un nivel desfavorable.

H2. La situación que presentan los suelos con relación a las propiedades intrínsecas lo clasifica en un nivel desfavorable.

H3. Las condiciones económicas que existen en las unidades de producción agrícola evaluados no propician un desarrollo sostenible.

VII. MARCO TEÓRICO

7.1. El Suelo

El término suelo que deriva del latín solum, y significa piso, puede definirse como la capa superior de la tierra que se distingue de la roca sólida y en donde las plantas crecen. Con este enfoque, los suelos deben considerarse como formaciones geológicas naturales desarrolladas bajo condiciones muy diversas de clima y materiales de origen, lo cual justifica su continua evolución y, en consecuencia, su gran variedad (Navarro, 2003).

Según Arias (1998), el suelo es una materia consolidada que está en constante cambio que sirve de enlace entre lo inorgánico (minerales provenientes de la descomposición de roca) y lo orgánico (materia vegetal y animal) formando un ecosistema semi renovable susceptible de clasificar, proveedor de calor, aire, humedad, minerales y soporte a las plantas, transformación de energía solar y es un cuerpo tridimensional. Por eso desde el punto de vista productivo los suelos son considerados como un componente esencial de los sistemas agrarios, puesto que sustenta a las plantas que son la base de la vida y la economía del país.

El suelo es un medio vivo y dinámico que permite la existencia de la vida vegetal y animal. Es esencial para la vida del hombre en cuanto a fuente de alimentación y de materias primas. Es un elemento fundamental en la biósfera y contribuye, con la vegetación y el clima, a regular el ciclo hidrológico y a influir en la calidad de las aguas (Avila, 1998).

Los procesos físicos, químicos y biológicos que intervienen en la formación de los suelos están gobernados por factores del medio ambiente tales como clima y la vegetación. Ellos actúan en forma combinada y variable, de manera que los suelos resultantes de su acción son complejos organismos sujetos a mudanzas continuas y que nunca alcanzan una condición estática. Su permanente evolución

puede dividirse en etapas que como las de cualquier organismo, se denominan juventud, madurez y vejez (Suárez, 1979).

Según Foth, (1987), el suelo completa las siguientes funciones:

- Sostiene las actividades productivas y biodiversidad biológica al asegurar producción de alimentos, forrajes, energía renovable y materia prima.
- Regula y distribuye flujo de agua, asegura el equilibrio del ciclo del agua.
- Funciona como un ciclo al inmovilizar sustancias tóxicas orgánicas e inorgánicas provenientes del campo, la industria y desechos urbanos.

El suelo es un recurso natural tan importante para los seres vivos como el aire y el agua, que bajo buenas prácticas de manejo con una agricultura sostenible puede ser considerado un recurso natural renovable.

7.2. Clasificación de suelos en Nicaragua

Según INTA (2013), el territorio nacional está dividido en tres macro regiones presentando diferentes órdenes de suelo, en la región del pacífico posee suelos de uso amplio considerado como los mejores del país, se encuentra ordenes como entisoles, vertisoles e inceptisoles. En la región central se encuentran suelos del orden alfisol, predominando los molisoles. La región Atlántica de Nicaragua, son suelos ácidos e infértiles, pues hay alta pluviosidad, y aquellos elementos que le dan fertilidad al suelo se lavan por la cantidad de agua que corre por ellos.

“La zona Caribe posee prácticamente, sólo suelos que se han formado por deposiciones de los ríos, son suelos aluviales que se caracterizan como entisoles e insectisoles”. Esto indica diversidad de suelos que existen en el país permitiendo establecer diferentes tipos de cultivos.

La región del Pacífico, se caracteriza por tener suelos medianamente profundos y profundos, bien drenados, de texturas moderadamente gruesas, medias, finas y muy finas; con una alta fertilidad aparente desarrollados a partir de cenizas volcánicas básicas. Se encuentran suelos Eutrandopts (textura media), Vitrandepts (texturas moderadamente gruesas con baja fertilidad), Argiustolls, Haplustolls y Argiustalfs (texturas finas), y Vertisoles (texturas muy finas y alta fertilidad (IV CENAGRO, 2013).

Los suelos de la región central se desarrollan a partir de rocas volcánicas básicas como basalto y andesitas entre otras, son suelos menos profundos que los del pacífico, las texturas varían entre medias, finas (Argiudolls y Argiudalfs), y muy finas (Vertisoles) no obstante estos suelos tienden a erosionarse por las condiciones de topografía. Mientras que los suelos del caribe norte y sur los suelos se desarrollan a partir de rocas volcánicas en las planicies, así como roca sedimentaria. En las zonas montañosas los suelos se forman a partir de rocas básicas como basalto la fertilidad es baja por la lixiviaciones y alta concentración de hierro, aluminio, manganeso y conteniendo pH ácidos (IV CENAGRO, 2013).

7.2.1. Situación de los suelos en Nicaragua

El INTA (2013), menciona que los suelos del país experimentan cambios debido al uso de prácticas inapropiadas, como el uso intensivo de maquinaria agrícola provocando problemas de piso de arado y pérdidas de suelo por la erosión eólica en los mejores suelos del país, además el uso de la ganadería intensiva ha provocado pérdidas de suelo, a esto se le suma un aumento en la deforestación dándole cambios de uso lo que marca un impacto negativo en el desequilibrio de los ecosistemas, viéndose fuentes hídricas, humedales, manglares desprotegidos y aumentando el nivel de sedimentación por consiguiente afectando la calidad de agua.

Según, el IV CENAGRO (2013, p.14) afirma que:

La sobreutilización de los suelos, significa que el uso que se le está dando actualmente, sobrepasa las capacidades de uso de la misma. Esto trae consigo la degradación de los recursos naturales, la insostenibilidad de la producción agropecuaria y forestal a mediano y a largo plazo.

Según el INTA (2013, p.21) de “1, 925,000 hectáreas de tierra arable que tiene Nicaragua, el 4.8% de suelo arable se deforesta cada año” esto indica que el avance acelerado de la frontera agrícola realiza cambios en el uso de la tierra por consiguiente cambios en los ecosistemas, con graves daños a la diversidad biológica y a la sustentabilidad.

7.3. Evaluación del suelo

Aguilar y Ortiz (1992), afirman que dada la indudable importancia que representa el estudio del suelo, se ha propuesto el término de “Evaluación de Suelos” para el estudio de las propiedades del suelo como una fase previa, entendiendo las propiedades del suelo en su sentido más amplio, incluyendo tanto a las intrínsecas (las del suelo en sí mismo: profundidad, textura, etc.) como a las extrínsecas (de la superficie del suelo: topografía, clima, hidrología, vegetación y uso).

La Evaluación de Tierras, es un sistema de clasificación aplicado que evalúa la capacidad del suelo para su utilización óptima, es decir, obtener máximos beneficios con mínima degradación. Puede definirse como “cualquier método que mida, o sea capaz de predecir, el uso potencial de un suelo”.

Las dos ideas básicas de la Evaluación de Suelos son:

1. No todos los suelos son iguales. La evaluación de suelos está basada sobre la idea de que la respuesta del suelo a un determinado uso es función de sus propiedades, y por tanto conociendo estas se puede

predecir su comportamiento. Desde un estudio de las propiedades se puede establecer distintos grados de idoneidad de un suelo para un determinado uso y por tanto clasificarlo.

2. El uso degrada al suelo. El objetivo final de la evaluación de suelos es establecer el grado de idoneidad de un suelo para un uso, pero no exclusivamente desde el punto de vista de los rendimientos actuales sino teniendo en cuenta la degradación soportada por el suelo. Esta degradación representaría una pérdida de productividad (Aguilar y Ortiz, 1992).

7.3.1. Parámetros para evaluar las propiedades del suelo

Dorronsoro (2007), señala que la Evaluación de Suelos se puede realizar de manera directa o indirecta. En el primer caso la evaluación se desarrolla a partir de ensayos de campo (fincas experimentales o muestreos aleatorios en campos agrícolas), o usando datos de producciones proporcionados por los agricultores y cooperativas, o bien de estadísticas agrícolas. Estos datos suelen ser locales, de baja casuística, a veces poco fiables y en general de muy difícil extrapolación (además si se quiere cambiar de uso es posible que no existan explotaciones de ese uso en la zona). Es por ello que normalmente la evaluación se realiza de manera indirecta en base a las propiedades de los suelos, asumiéndose que la productividad de un determinado suelo depende de las propiedades de este y de su nivel de manejo. Las evaluaciones así calculadas deben validarse finalmente con datos reales de producciones.

Al realizar la valuación de suelos de una manera indirecta, resulta evidente que para definir un grado de aptitud no bastará con elegir una sola propiedad, sino que se requerirá un grupo de propiedades, posiblemente cuanto más amplio mejor. Las propiedades a elegir dependerán del uso que se le quiera dar al suelo. Los valores de estos parámetros evaluadores se pueden obtener por muy diferentes

medios (datos de satélites, mapas, bibliografía y directamente en el campo o en el laboratorio) y con un muy diferente grado de precisión.

Estas propiedades se pueden agrupar en tres categorías: intrínsecas, extrínsecas, y de nivel de manejo.

7.4. Propiedades extrínsecas (Relieve)

Dorronsoro (2007), señala que las propiedades extrínsecas del suelo son aquéllas que definen el medio en el cual se desarrolla el suelo, como son: relieve, clima, vegetación, etc, y que justifican la ampliación del concepto “suelos” hacia el de “tierras”.

Como caracteres extrínsecos al suelo más frecuentes tenemos: pendiente, pedregosidad, rocosidad, drenaje externo, erosión, pluviometría y temperatura.

7.4.1. Relieve

Es la configuración física de la superficie de la tierra. Incluye las irregularidades; elevación y depresiones de la tierra, consideradas en conjunto. El relieve es consecuencia de los procesos geomorfológicos y de meteorización actuando sobre los materiales geológicos (Núñez, 2000).

Según Badia (2011), la formación del suelo se ve condicionada por la posición que ocupa en el relieve al afectar a la redistribución de masa y energía. En superficies más estables, como son las plataformas estructurales y los glaciares, se prolonga la acción del resto de factores formadores y el perfil edáfico alcanza un mayor grado de organización y, por tanto, de desarrollo de horizontes (horizonación). En cambio, sobre superficies más inestables, como escarpes, fondos de valle o llanuras de inundación, el suelo es rejuvenecido continuamente (por erosión o cumulización) lo que limita la horizonación.

Según las características de la forma del relieve (inclinación, longitud, orientación de la ladera) y por la posición del suelo en la misma, los efectos pueden ser distintos. Así, la inclinación y longitud de la ladera afectan a la velocidad de escorrentía y erosión. La posición que ocupa el suelo en el relieve condiciona su espesor, drenaje, presencia de sales, etc. La orientación afecta al microclima (radiación recibida, temperatura y humedad del suelo), de forma que los suelos en umbría presentan mayor espesor y contenido en materia orgánica que los suelos en solana (Badia 2011).

7.4.2. Clima

El clima puede dividirse en macro clima, que trata las variaciones a nivel global (estratósfera y tropósfera), y el microclima que estudia aquellas de origen local (biósfera y pedósfera) (Alvarado, 1985).

El clima influye directamente en la humedad y la temperatura del suelo, e indirectamente a través de la vegetación. La temperatura y la precipitación influyen en los procesos de alteración y transformación mineral, modificando la velocidad de muchas reacciones químicas que se dan en el suelo. La temperatura condiciona el tipo de meteorización, predominantemente física con bajas temperaturas, más química con altas temperaturas. La disponibilidad de agua y su flujo influye sobre gran cantidad de procesos edáficos, movilizándolo e incluso eliminando componentes del suelo (Badia, 2011).

7.4.3. Macro clima

Como regulador del clima del mundo, el macro clima domina los procesos formadores de suelo en la misma escala. El macro clima influye en la formación de suelos a través de tres factores: la temperatura, la humedad y el viento (Alvarado, 1985).

Según Alvarado (1985), el efecto de la temperatura dentro de cierto ámbito y en presencia de agua, causa un incremento en la velocidad de reacción. Aunque no conllevan procesos diferentes, en términos generales, se conoce que los aumentos en la temperatura implican:

- Mayor profundidad de suelo
- Mayor lavado de bases (al favorecer la desintegración de las rocas).
- Acumulación de sales en regiones áridas
- Colores más rojos por acumulación de hierro en las regiones húmedas.
- Mayor mineralización de la materia orgánica, si la humedad no es limitante y mayor cantidad de arcillas

Efecto de la humedad: la humedad se relaciona directamente con la precipitación, la cual afecta la formación del suelo en proporción en su intensidad, duración y frecuencia.

El viento influye en la formación de los suelos, de acuerdo a su intensidad, frecuencia y duración. Además, su dirección (dominancia en un sentido) puede acentuar su efecto como ocurre con la deposición de materiales piro clásticos en la América Central. El viento afecta la formación del suelo, ya que:

- Controla parcialmente la temperatura y la humedad
- Causa erosión eólica
- Controla la deposición de materiales como loes y cenizas volcánicas.

En general los aumentos en cualquiera de las tres variables mencionadas causan un incremento en la infiltración y la escurrentía, afectando así la formación de los suelos se dice que los aumentos en la humedad implican:

- Mayor cantidad de materia orgánica y nitrógeno
- Mayor concentración de sales

- Mayor o menor profundidad del horizonte de CaCO_3 (si existe)
- Mayor concentración de cuarzo
- Reducción de la capacidad de intercambio catiónico
- Mayor acidez
- Mayor cantidad de arcilla

7.4.4. Microclima

El microclima influye en la formación de los suelos, a través de los factores temperatura y humedad.

Influencia de la temperatura: La temperatura diaria del suelo es sumamente variable, en especial en los horizontes superiores. Esta variación afecta las características de estos horizontes, los cuales, a su vez, atenúan los cambios, de manera que en el subsuelo (50 cm de profundidad) la temperatura es casi constante; sin embargo, los cambios estacionales se notan aún en esa profundidad.

Influencia de la humedad: el régimen de humedad dentro del perfil del suelo define sus propias características. Para poder diferenciar los suelos en forma cuantitativa se han definido varios regímenes de humedad dentro del perfil del suelo (Alvarado, 1985).

7.4.5. Características climatológicas

Dorronsoro (2007), señala que las propiedades extrínsecas del suelo son aquellas que definen el medio en el cual se desarrolla el suelo, como son: relieve, clima y vegetación que justifican la ampliación del concepto "suelos" hacia el de "tierras". Como caracteres extrínsecos al suelo más frecuentes tenemos: pendiente, pedregosidad, rocosidad, drenaje externo, erosión, pluviometría y temperatura.

Por las consideraciones anteriores, se puede deducir que son todas aquellas propiedades que forman parte del sistema ecológico como el relieve, clima y vegetación; es evidente entonces que lo que se busca es valorar y evaluar las precipitaciones, temperaturas, horas luz, humedad relativa, altitud y velocidad del viento como parámetros que constituyen las propiedades extrínsecas del suelo con el propósito de conocer el nivel favorable que están las dos fincas de estudio. (Dorronsoro 2007)

7.4.6. Precipitación

Sánchez (2008), señala que la precipitación es cualquier agua meteórica recogida sobre la superficie terrestre. Estos incluyen básicamente lluvia, nieve y granizo. También rocío y escarcha que en algunas regiones constituye una parte pequeña pero apreciable de la precipitación total.

Tal como se ha visto en el medio natural las precipitaciones son aquellas que caen en forma meteórica al ecosistema, el cual pueden ser medidos como el volumen de agua que puede alcanzar una determinada zona con ayuda de un pluviómetro, para determinar el volumen hídrico favorable para el crecimiento, adaptación y desarrollo de las plantas valorado en las unidades de producción de las comunidades Chagüite Grande N° 1 y Sisle N° 1.

7.4.7. Temperatura

González (1996), indica que la temperatura baja del suelo disminuye la descomposición de la materia orgánica. Esto afecta la disponibilidad de nitrógeno y otros nutrientes, los nutrientes son menos solubles en suelos fríos y esto aumenta el potencial de deficiencia. Al fósforo y el potasio se difunden más lentamente en suelo fríos. La actividad radicular disminuye.

Con referencia a lo anterior, es indudable que las temperaturas que pueden presentar dichas zonas influyen directamente en los sistemas agrícolas y el medio ecológico. Por lo tanto, es necesario caracterizar las temperaturas que existen en el lugar de estudio para valorar el nivel en que pueden verse afectado los cultivos agrícolas y los procesos biológicos del suelo.

7.4.8. Horas Luz

Según Kohen, Santus y Hirschberg (1995), el tipo y la cantidad de radiación disponible influyen en numerosos procesos fisiológicos, morfo genéticos y reproductivos de plantas y animales, y afecta de forma muy significativa al funcionamiento general del ecosistema. El ambiente lumínico en general, y la intensidad lumínica promedio en particular, es un componente muy importante del dicho de regeneración de las plantas.

La ordenación de las especies vegetales según su tolerancia a la sombra se apoya en gran parte en observaciones personales carentes de datos cuantitativos. Los ejemplares de una misma especie que crecen a pleno sol son claramente diferentes de los que crecen a la sombra debido a la plasticidad fenotípica que muestran todas las plantas.

Se puede deducir que el porcentaje de las horas luz influye directamente con los procesos biológicos agrícolas ya que la intensidad o el tiempo de la actividad lumínica contribuye en el proceso de fotosíntesis de las plantas como parte de su actividad biológica de crecimiento y producción del mismo, por lo tanto, se quiere valorar las horas luz que inciden en la zona de estudio con el fin de ver el nivel favorable a la que se puede adaptar las plantas. (Kohen, Santus y Hirschberg 1995).

7.4.9. Humedad relativa

La humedad relativa es la relación entre la cantidad de vapor contenida realmente en volumen cualquiera de aire y la que podría contener el mismo volumen, si estuviese saturado, expresada en porcentaje (%).

Es decir, que la humedad relativa, es la cantidad de humedad (vapor) contenida en el aire, entre mayor es el porcentaje de humedad mayor será la posibilidad de que las plantas presenten susceptibilidad a problemas fungosos y bacterianos (Font, 2007).

7.4.10. Altitud

La temperatura de un lugar depende de su altura sobre el nivel del mar en general la temperatura desciende un grado cada 160 m que aumenta la altitud por ello las zonas montañosas tienen climas fríos y las zonas costeras climas cálidos. Según Gliessman (1998), incrementa la velocidad de la luz porque la atmosfera más delgada absorbe y dispersa menos luz. Las plantas que crecen en zonas más altas están más propensas a condiciones de saturación de luz y enfrentan dos riesgos de degradación de su clorofila que las plantas que crecen a nivel del mar. Muchas plantas de zonas elevadas han desarrolladas una coloración efectiva y pelos o escamas protectora en las cutículas de las hojas para reducir la cantidad de luz que penetre.

Cabe mencionar que dadas las condiciones que anteceden, la altura sobre el nivel del mar influye en gran parte en la adaptación y desarrollo de las plantas bajo el efecto de la capacidad luminosa en consecuencia de la altura en que se encuentra el lugar de producción.

7.4.11. Velocidad del viento

Según Villalobos, Mateo, Orgaz y Ferrez (2002), el viento tiene una serie de efectos beneficiosos, un viento suave permite la renovación del aire, facilitando la transpiración de las plantas. El viento transporta las semillas en las especies de dispersión anemócora a distancias considerables, y dispersa el polen en las especies cuyo agente polinizante es el viento (anemofilia).

El viento al mover las capas de aire frío situadas sobre el suelo, evita las heladas nocturnas y nieblas de irradiación. También, el viento por su efecto evaporante ayuda al secado de las cosechas y de los suelos encharcados y cuando las velocidades son superiores a 6 km/h, pueden causar daños mecánicos en cultivos y plantaciones, pudiendo causar caídas de frutos y hojas, vuelco de cereales y en casos más extremos ruptura de ramas en árboles (Mateo, Orgaz y Ferrez, 2002).

Ante la situación planteada se describe que la velocidad del aire tiene importancia favorable en los procesos biológicos de las plantas y el medio ecológico ya que en velocidades menores del 4km/h, las plantas logran hacer la transpiración normal sin llegar al punto de pérdida del agua por sus estructuras, así mismo contribuye a la dispersión de las semillas como un mecanismo de distribución a causa del viento.

Por el contrario, el viento a velocidades mayores de 6km/h se presentará problemas en los sistemas productivos por los daños mecánicos y fisiológicos que este puede provocar las plantas.

7.4.12. Pendiente

Dorronsoro (2007), señala que los procesos edáficos repercuten en el relieve por la acción de la gravedad, en el relieve se produce el transporte de todo tipo de materiales que se trasladan pendiente abajo. Dependiendo de su posición en el paisaje, el suelo se ve sometido a la acción de erosión o por el contrario puede predominar la acumulación.

En las zonas altas, sobre todo en las áreas en que se presentan fuertes inclinaciones, el suelo está sometido a una intensa erosión, por lo que la posición se considera residual y estará conformada por suelos esqueléticos.

En un relieve colinado existen básicamente tres posiciones con comportamiento muy diferente: relieve residual (o erosional), relieve transposicional y relieve deposicional.

El relieve también modifica las características del clima edáfico, al influir en la temperatura y en la humedad en función de la inclinación (influirá en la intensidad calorífica de las radiaciones recibidas), orientación (que regulará el tiempo de incidencia de las radiaciones solares) y altitud (que influirá en los elementos climáticos generales). El relieve también influye en la cantidad de agua que accede y pasa a través del suelo (Dorronsoro 2007).

Es decir que el relieve (pendiente) es un parámetro muy importante porque los procesos del suelo van estar relacionados a la pendiente, si se presentan pendientes inclinadas habrá procesos erosivos y por consiguiente el transporte de distintos materiales como nutrientes, arcilla, piedras, humus, etc. Además, las propiedades físico-químico del suelo serán diferentes, al mismo tiempo influye para la circulación del agua de las precipitaciones que vienen de zonas más altas a la baja.

La pendiente del suelo determina en gran parte la calidad de escurrimiento y erosión, también determina el método de riego, drenaje y las demás prácticas de manipulación necesaria para conservar el suelo y el agua, mientras más pronunciada sea la pendiente mayor será la manipulación necesaria y mayores los costos de mano de obra y equipos. A ciertos niveles de pendientes el suelo se vuelve no adecuado para el cultivo en hilera, la facilidad con que el suelo se erosiona junto con el porcentaje de pendiente constituye un factor determinante en el potencial de productividad del suelo (González, 1996).

De acuerdo al tipo de pendiente será el manejo de las áreas, se deberá establecer obras de conservación de suelo, cultivos aptos para esa altura y pendiente para obtener una productividad eficiente.

Cuadro 1. Clasificación para la pendiente:

Muy favorable	<4 %
Favorable	4-10
Desfavorable	12-25
Muy desfavorable	> 25

Fuente: Dorronsoro (2007), modificados por Chavarría para (Arceda y Salmeron, 2013)

Los rangos en que se clasifican las pendientes según Dorronsoro son aplicadas en el ámbito europeo y muy poco en América Latina.

Además de influir en la formación del suelo (los relieves suaves tienden a formar suelos profundos) es decisivo desde el punto de vista de la estabilidad del suelo. Regula la circulación del agua de esorrentía superficial y por tanto actúa decisivamente en la erosión del suelo.

7.5. Propiedades intrínsecas

A consideración de Dorronsoro (2007), las propiedades intrínsecas, son todas aquellas inherentes al suelo, como los datos físicos y químicos, que se determinan de manera puntual y que, mediante la creación de un margen de variabilidad, son extrapolables a una superficie de mayor o menor tamaño.

La extensión y los márgenes establecidos dependen estrechamente de la escala, nivel de conocimientos y medios disponibles.

Como parámetros intrínsecos del suelo sobresalen: profundidad, textura, fragmentos gruesos, estructura, permeabilidad, drenaje interno, hidromorfía, aireación, reserva de agua, materia orgánica, nutrientes, sales solubles, capacidad de cambio, pH, grado de saturación, aluminio tóxico, salinidad, saturación en sodio, mineralogía y horizonación (Donrroso, 2007).

7.5.1. Propiedades intrínsecas físicas

7.5.1.1. Textura

La textura del suelo está definida por el tamaño de las partículas minerales. Específicamente, se refiere a la proporción relativa del tamaño de varios grupos en el suelo, i.e. arena, limo y arcilla. La arena es el fragmento que tiene un tamaño de la partícula mayor de 0.06 mm; el limo varía entre 0.06 – 0.002 mm mientras el tamaño de la partícula de arcilla es menor de 0.002 mm.

La textura influye en el comportamiento del suelo de varias maneras, notablemente a través de su efecto en la estructura del suelo, la retención de agua, la aireación, el drenaje, la temperatura, el suministro y retención de nutrientes. Un conocimiento de la clase textural y la profundidad potencial que puede alcanzar permite una valoración aproximada de la capacidad de retención

de agua total del suelo, uno de los mayores indicadores de producción de la planta (JUMP, 2017)

Henríquez y Cabalceta (1999), aclaran que la textura se refiere a la proporción relativa de arena, limo y arcilla que existe en el suelo. Esta característica se refiere a las partículas menores de 2 mm de diámetro. Lo útil de conocer la textura o clase textural a que pertenece un suelo consiste en que permite hacer una deducción aproximada de las propiedades generales del suelo y así ajustar las prácticas de manejo requeridas (labranza, riego y fertilización). También puede utilizarse para evaluar y valorar la tierra de acuerdo a su capacidad de uso.

Las texturas ideales son las equilibradas, con proporciones adecuadas de arcillas, limos y arenas, con buenas propiedades físicas y químicas. Las texturas desequilibradas pueden dar origen a diversos problemas.

Las texturas arenosas finas y limosas son propensas a la erosión. Por otro lado, la textura arenosa presenta baja capacidad de retención de agua alta infiltración y baja capacidad de suministro de nutrientes. Las texturas limosas, franco-limosas favorecen la formación de una costra superficial, con el consiguiente apelmazamiento. Las texturas arcillosas son ricas en nutrientes y tienen alta capacidad de retención de agua, pero presentan una muy baja permeabilidad, presentando graves problemas de hidromorfía (Henríquez y Cabalceta, 1999).

Sobre las bases de las consideraciones anteriores, cabe decir que, el suelo está estructurado principalmente por limo, arcillas y arenas. En otras palabras, son propiedades específicas que determinan el uso potencial del suelo para determinados sistemas productivos agrícolas, por lo tanto, se quiere conservar estas propiedades físicas que en estado favorable permitirán buena capacidad de nutrientes, infiltración y porosidad del suelo.

En el cuadro 2 se presenta la calificación de la textura en cuanto a su potencial uso de los suelos.

Cuadro 2. Calificación de textura según uso potencial

Muy favorable	Equilibradas (franca y franco limosa)
Favorable	Franca algo desequilibradas (franco arcilloso, franca arenosa, franco arcillo arenosa, franco arcillo limosa, limosa y arcillo limosa)
Desfavorable	Desequilibradas gruesas (arena y arenosa franca) Muy
Desfavorable	Desequilibradas finas (arcillosa y arcillo limosa) En relación

Fuente: Dorronsoro, (2007).

7.5.1.2. Capacidad de Campo (CC)

Según la FAO (2005), la capacidad de campo de un suelo está referida a la cantidad relativamente constante de agua que contiene un suelo saturado después de 48 horas de drenaje, que ocurre por la transmisión del agua a través de los poros mayores de 0,05 mm de diámetro; sin embargo, la capacidad de campo puede corresponder a poros que varían entre 0,03 y 1 mm de diámetro.

El concepto de Capacidad de Campo se aplica únicamente a suelos bien estructurados, donde el drenaje del exceso de agua es relativamente rápido; si ocurre en suelos pobremente estructurados, por lo general continuará durante varias semanas y este tipo de suelo de estructura pobre raramente tiene una Capacidad de Campo claramente definida.

La capacidad de campo se determina mejor en el campo saturado, midiendo su contenido de agua después de 48 horas de drenaje.

Según Parajón y Martínez (2013) la determinación de la capacidad de campo por medio de las fracciones según, citado por Chavarría y Tórrez (2011), donde se hace necesario la determinación de las fracciones según granulometría. La misma se obtiene por medio de resultados de análisis de suelo LAQUISA, tomando en cuenta el porcentaje de limo, arcilla y arena el que será utilizado en la ecuación mencionada.

$$CC = (0.48 * \% \text{ Arcilla}) + (0.162 * \% \text{ Limo}) + (0.023 * \% \text{ Arena}) + 2.62$$

7.5.1.3. Punto de Marchitez Permanente (PMP)

Se refiere al contenido de agua de un suelo que ha perdido toda su agua a causa del cultivo y, por lo tanto, el agua que permanece en el suelo no está disponible para el mismo. En esas condiciones, el cultivo está permanentemente marchito y no puede revivir cuando se le coloca en un ambiente saturado de agua. Al contacto manual, el suelo se siente casi seco o muy ligeramente húmedo (FAO, 2005).

El punto de marchitez permanente se refiere prácticamente al nivel del estrés hídrico al que llega la planta por la falta de agua retenida en los micros poros del suelo teniendo como consecuencia las pérdidas de los cultivos.

7.5.1.4. Humedad aprovechable

El agua del suelo puede ser clasificada en tres categorías: agua gravitacional, agua disponible para las plantas y agua no disponible (Silva, 2000).

El agua gravitacional es la que drena libremente por la acción de la fuerza de gravedad mientras ésta es mayor que la fuerza de retención del suelo. Esta agua puede ser absorbida por la planta (Ej. Saturación durante un riego).

El agua no disponible es aquella que está tan fuertemente adsorbida a las partículas del suelo y que no puede ser absorbida por las plantas. Dentro de esta categoría actúan dos fuerzas: fuerzas capilares y fuerzas debidas a cargas electrostáticas. La primera, que es menor, actúa mientras el suelo contenga el agua suficiente para ocupar capilares, es decir, esté contenida en un poro (Silva, 2000)

Los capilares son tubos de pequeño diámetro en los que el agua tiende a subir por succión. La altura que es capaz de subir depende del diámetro del capilar; a menor diámetro mayor succión y mayor altura. La capilaridad actúa en cualquier dirección, por lo tanto, es la clave para entender la retención de agua por los poros del suelo.

Cuando ya no queda agua suficiente para llenar un poro queda el agua higroscópica que está unida a las partículas del suelo por cargas eléctricas. Estas moléculas de agua permanecen cuando el suelo se seca al aire y pueden ser extraídas sólo con una estufa a 105°C (Silva, 2000).

El agua disponible para las plantas (Humedad Aprovechable) se encuentra entre el agua gravitacional y el agua no disponible y está retenida por fuerzas capilares. Los límites para la humedad aprovechable son los contenidos de humedad a Capacidad de Campo (C. de C.) y a Punto de Marchitez Permanente (P.M.P.) y se expresan en contenido gravimétrico (a menos que se indique lo contrario) (Silva, 2000).

7.5.1.5. Humedad relativa

Definición La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas (Espinoza, 2016)

7.5.1.6. Velocidad de infiltración (Permeabilidad)

La velocidad de infiltración no es siempre la misma para un mismo suelo, pues depende de las condiciones de humedad que presente. Cuando el suelo se encuentra seco la infiltración tiene sus máximos valores y luego conforme cada vez está más húmedo su capacidad de admitir más agua es cada vez menor hasta que en condiciones de saturación total alcanza un valor constante (Dorronsoro, 2007).

La permeabilidad del suelo representa la facilidad de circulación del agua en el suelo. Es un parámetro muy importante que influirá en la velocidad de edafización y en la actividad biológica que puede soportar un suelo. Está condicionada fundamentalmente por la textura y la estructura. Se evalúa por la velocidad de infiltración que representa el caudal de agua que puede pasar por unidad de tiempo. Valores de dm/hora corresponden a suelos muy permeables, cm/hora dan suelos permeables y mm/hora para suelos poco permeables (Dorronsoro, 2007).

Según Zavala (2011), la infiltración es el movimiento del agua de la superficie hacia el interior del suelo. La infiltración es un proceso de gran importancia económica. Del agua infiltrada se proveen casi todas las plantas terrestres y muchos animales; alimenta al agua subterránea y a la vez a la mayoría de las corrientes en el período de estiaje (sequía); reduce las inundaciones y la erosión del suelo.

En el proceso de infiltración se pueden distinguir tres fases: a) Intercambio. Esta fase se presenta en la parte superior del suelo, donde el agua puede retornar a la atmósfera por medio de la evaporación debido al movimiento capilar o por medio de la transpiración de las plantas; b) Transmisión. La que ocurre cuando la acción de la gravedad supera a la de la capilaridad y obliga al agua a deslizarse verticalmente hasta encontrar una capa impermeable y c) Circulación. Que se presenta cuando el agua se acumula en el subsuelo debido a la presencia de una

capa impermeable y empieza a circular por la acción de la gravedad, obedeciendo las leyes del escurrimiento subterráneo (Zavala 2011).

En relación con este último se determina básicamente el movimiento del agua, que se da de la superficie hacia el interior del suelo, como la facilidad de distribución del agua que resulta fundamental para eliminar el exceso de agua que se produce tras unas intensas precipitaciones. El cual se mide en un periodo de tiempo determinado (Zavala, 2011).

La infiltración con el que el agua penetra en el suelo, se suele medir por la profundidad (en mm) de la capa de agua que puede penetrar en el suelo en una hora. La velocidad de infiltración de 15 mm/hora significa que una lámina de agua de 15 mm sobre la superficie del suelo tardará una hora en infiltrarse. En los suelos secos, el agua se infiltra con rapidez a esto se llama velocidad de infiltración inicial. A medida que una mayor cantidad de agua sustituye al aire en los poros, el agua de la superficie del suelo se infiltra más lentamente y con el tiempo alcanza un valor constante “velocidad estabilizada de infiltración”.

La velocidad de infiltración depende la textura del suelo (dimensión de las partículas de suelos) y de la estructura del suelo (la disposición de las partículas del suelo) (Espinoza, 2016).

Cuadro 3. Clasificación para la infiltración del agua para procesos de recarga hídrica

Muy favorable	> 2 cm/hora
Favorable	2-0,5 cm/hora
Desfavorable	0,5-0,1 cm/hora
Muy desfavorable	<0,1 cm/hora

Fuente: Dorronsoro (2007), modificado por Chavarría 2013 para (Arceda y Salmerón, 2013).

7.5.1.7. Estructura y consistencia del suelo

Aguilera, Montalvo y Martínez (1990), señalan que la capacidad estructural del suelo se define como su capacidad de formar terrones espontáneamente y que estos terrones se dividan en pedazos pequeños, grandes o agregados sin la intervención del hombre.

La buena estructura del suelo es importante para el crecimiento de los cultivos de granos anuales. Regula la aireación del suelo y el intercambio gaseoso, el movimiento y almacenamiento de agua, la temperatura del suelo, penetración y desarrollo de las raíces, movilización de nutrientes, resistencia a la degradación estructural y la erosión del suelo.

La buena estructura del suelo aumenta la posibilidad de sembrar a tiempo, minimiza la labranza en términos de tiempo en horas y el costo de la misma. La evaluación de la estructura del suelo se basa en el tamaño, forma, porosidad y abundancia relativa de los agregados del suelo y de los terrones (JUMP, 2017).

La estructura de los suelos pobres se presenta en forma de bloques grandes, densos, angulares (aristas vivas) o sub-angulares, necesitándose mucha fuerza para fraccionarlos; en cambio los suelos con una buena estructura presentan agregados finos, porosos, sub-angulares (aristas amelladas) y semiredondeados (nuciformes) (JUMP, 2017).



Figura 1. Clasificación Estructura y consistencia del suelo

Fuente: (Graham, 2000)

7.5.1.8. Porosidad del suelo

La porosidad y particularmente la macro porosidad (el número de poros grandes), influyen en el movimiento de aire y agua en el suelo. Es importante evaluar la porosidad del suelo, así como la distribución del tamaño de las partículas del suelo. Los suelos con buena estructura tienen una porosidad alta entre y dentro de los agregados, pero las tierras con las unidades estructurales grandes (terrones) no tienen macro poros, solo pocos micro poros, por consiguiente, un suelo con esas características no tiene una adecuada aireación (Graham, 2000).

Los suelos compactos tienen muchas limitaciones, tanto para el crecimiento de las raíces de la planta, como para el movimiento de agua dentro del suelo. El resultado final es la mala nutrición de las plantas, débil crecimiento de los cultivos y en consecuencia bajos rendimientos (JUMP, 2017).



Figura 2. Clasificación porosidad

Fuente: (Graham, 2000)

7.5.1.9. Color del suelo

Los cambios de color del suelo dan una indicación general de las tendencias de la materia orgánica. La materia orgánica desempeña un papel importante regulando los procesos biológicos, físicos y químicos en el suelo, los que

juntos determinan la salud de la tierra, Promueven infiltración y retención de agua, ayudan desarrollar y estabilizar la estructura de la tierra y mitiga el impacto del uso de maquinaria y cultivadores (Graham, 2000).

La materia orgánica reduce potencialmente la erosión eólica e hídrica. La materia orgánica también es la principal fuente de fertilidad en el suelo y el mayor depósito de nutrientes de la planta. Su disminución significa reducción de la fertilidad y del potencial abastecedor del suelo. Los requerimientos de nitrógeno y fósforo para las cosechas aumentan notablemente y se lixivian (se pierden) junto a otros elementos mayores y menores, cuyo resultado es la creciente dependencia de fertilizantes para sostener las cosechas (Graham, 2000).

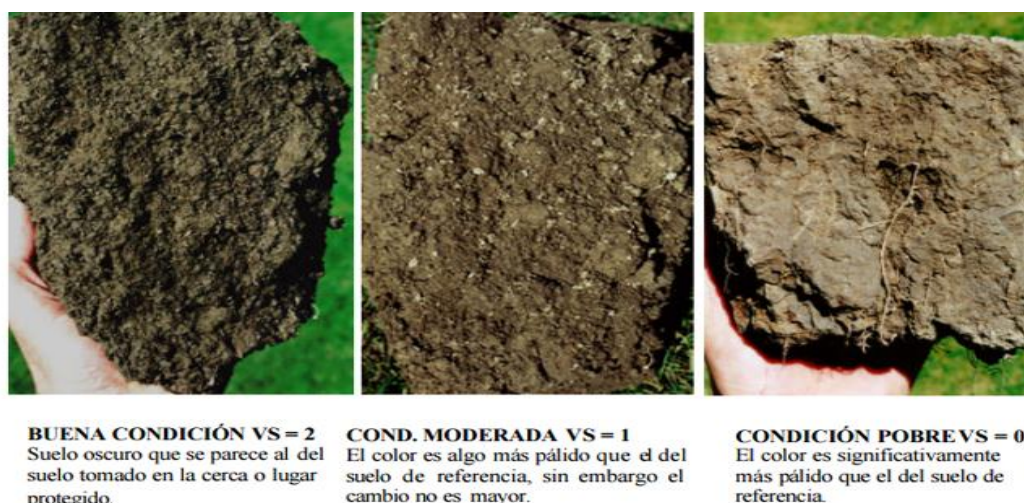


Figura 3. Clasificación del color del suelo

Fuente: (Graham, 2000)

7.5.1.10. Moteado del suelo y su abundancia

El moteado son manchas de colores diferentes esparcidos con el color de la tierra dominante. El número, tamaño y color del moteado de la tierra es un buen indicador del grado de aireación de la tierra. La pérdida de estructura reduce el número de macro poros y los micro poros que conducen aire y agua. Con la

pérdida de poros, en el suelo el oxígeno se reduce y el dióxido de carbono aumenta (Graham, 2000).

En un suelo con poros muy pequeños se reduce la cantidad de oxígeno y se eleva el dióxido de carbono. Producto de ese fenómeno se forman moteados colores naranjas los que finalmente toman color gris. Una alta proporción de moteado gris, indica que la tierra estuvo anegada y le faltó oxígeno una buena parte del año (Graham, 2000).

La poca aerocion y el aumento de dioxido de carbono y metano reducen la captacion de agua por las plantas, e induce marchitez tempran. Ellos tambien pueden reducir la captacion de nutrientes de la planta, particularmente el nitrogeno, fosforo y potacio. La poca aeracion tambien retarda la descomposicion del rastrojo y otros residuos organicos y puede desencadenar racciones toxicas para las raices (Graham, 2000)



Figura 4. Clasificación de moteado del suelo

Fuente:(Graham, 2000)

7.5.1.11. Compactación (piso de arado)

La compactación del suelo (piso de arado) cuando esta difundido puede impedir el movimiento de agua y airea a través del perfil del suelo, mientras aumenta la susceptibilidad a la escorrentía. La compactación dificulta la penetración de las

raíces y puede causar desarrollo irregular, restringiendo el crecimiento vertical de la raíz. Esto reduce la habilidad del sistema radicular para subir agua y nutrientes. (Graham, 2000)

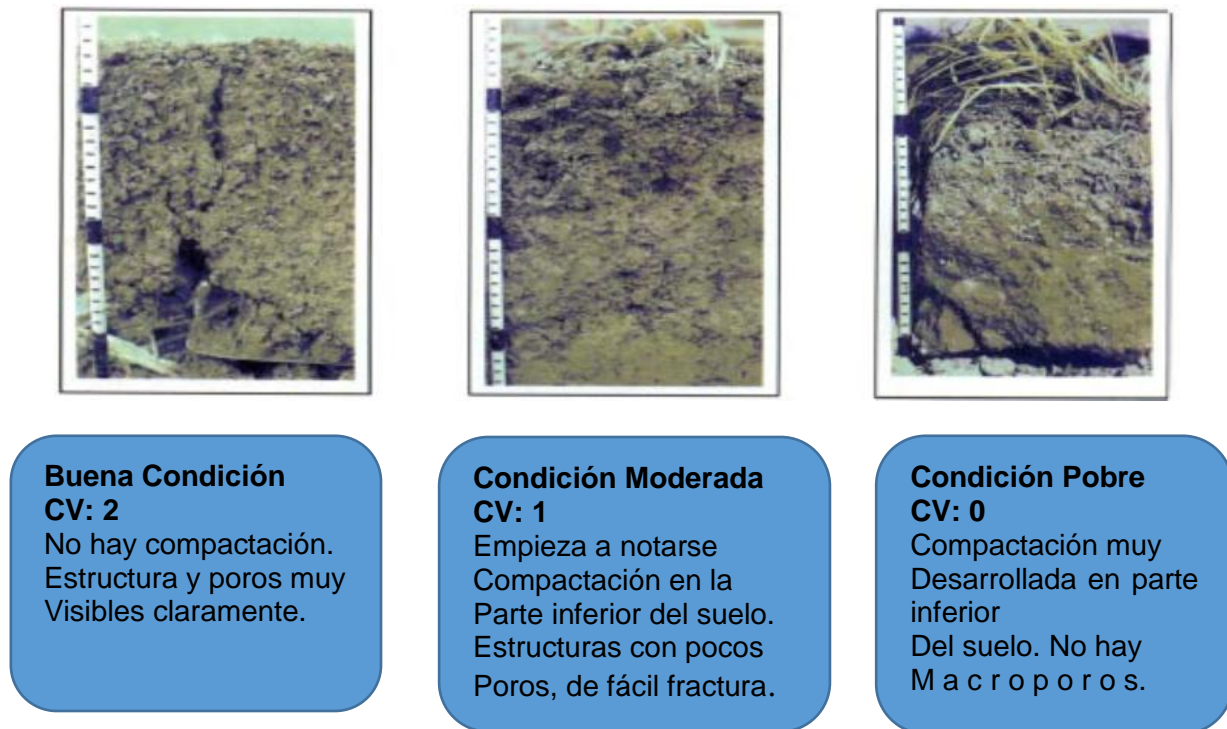


Figura 5. Clasificación de la compactación

Fuente: (Graham, 2000)

7.5.1.12. Cobertura

La presencia de cobertura (residuos de la cosecha o paja) proporciona beneficios significativos para estimular el aporte de nutrientes, reciclaje de nutrientes, protección de la tierra y mejora de la condición física y química del suelo. Estos beneficios varían principalmente según la aplicación de prácticas y clima (Graham, 2000).

La descomposición de la biomasa y su transformación en materia orgánica, incide sobre el entorno de la raíz, aumentando el suministro de nutrientes disponibles para microorganismos que fortalecen la actividad biológica.

La protección del suelo, principalmente de la erosión, minimizan el impacto de la gota de lluvia, a través de la cobertura manteniendo la estructura de la tierra, reduce el encostrando y refuerza la infiltración (Graham, 2000).



Figura 6. Clasificación de la evaluación de cobertura.

Fuente: (Graham, 2000)

7.5.1.13. Profundidad del suelo

Ortiz y Ortiz (1990), explican que la profundidad del suelo se refiere al espesor del material edáfico favorable para la penetración de las raíces de las plantas, mientras que Rodríguez (2001) considera que la profundidad efectiva se refiere al espesor del suelo de la superficie hasta donde se desarrolla el sistema radicular de los cultivos.

Las profundidades de las raíces pueden estar limitadas por barreras físicas y químicas, así como por niveles freáticos elevados. La profundidad del suelo puede medirse directamente en el perfil o a través de barrenaciones (Ortiz, 1990).

Se considera como el espesor que presenta el suelo, es decir, la profundidad que puede llegar a presentar este recurso el cual va a favorecer la penetración de las raíces de la planta, como un mecanismo de nutrición y de búsqueda del agua a través de su sistema radicular (Graham, 2000).

Una profundidad de suelo adecuada es muy importante para las cosechas, sobre todo las cosechas de los árboles. Los suelos profundos permiten buen crecimiento de la raíz, con más capacidad de explorar capas más profundas permitiendo tomar más agua y nutrientes.

La profundidad de la tierra no debe ser menor de 60 cm para ser óptimo para cualquier cultivo. En tierras pedregosas la profundidad de la tierra no debe estar a menos de un metro (Graham, 2000).

En este mismo sentido se quiere valorar en las fincas de estudios este parámetro mediante la medición de los horizontes del suelo para determinar su nivel de clasificación según el valor porcentual que se obtenga en campo.

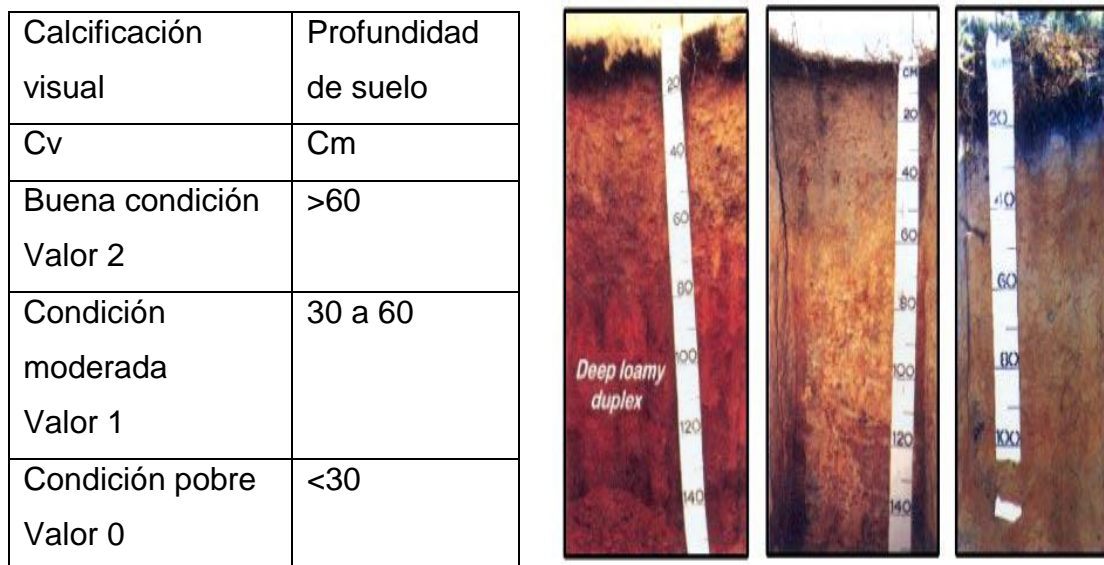


Figura 7. Clasificación de la profundidad del suelo
Fuente: (Graham, 2000)

7.5.2. Propiedades intrínsecas químicas

7.5.2.1. Capacidad de intercambio catiónico

Según INTA y FAO (2001), la capacidad de intercambio catiónico trata de una de las propiedades químicas más importantes y que dichos autores y estudiosos la identifican con la fertilidad del suelo. El mecanismo de intercambio se lleva a cabo a través de las partículas más pequeñas del suelo que son la arcilla, minerales y humus en estado de húmico. La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) se define como la capacidad que tiene un suelo de retener y aportar los nutrientes de cargas positivas llamadas cationes.

Ante la situación planteada la Capacidad de Intercambio Catiónico sin duda es uno de los parámetros químicos importantes del suelo ya que permite saber la capacidad que tiene los cationes de ser intercambiables y a si se define la disponibilidad que pueden tener en el suelo para las plantas.

Cuadro 4: Clasificación de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo.

Muy favorable	>40 Cmol (+) / kg
Favorable	40-20
Desfavorable	20-10
Muy desfavorable	<10

Fuente: Dorronsoro, (2007) *modificado* por Chavarría 2013 para (Arceda y Salmerón, 2013)

Segun Piedrahita, (2012) expresa que esto no debe causar confusión ya que: 1 meq / 100 g = 1 cmol / kg. (NOTA: la carga 'mili' multiplicada por 10 es igual a la carga 'centi' y 100 g multiplicada por 10 es igual a kg, por lo tanto, las proporciones permanecen iguales). Así, 12,5 meq / 100 g = 12,5 cmol / kg.

1 Cmol / Kg = 1meq / 100gr

7.5.2.2. Potencial de iones de hidrógeno (pH)

Según Henríquez y Cabalceta (1999), afirma que el pH del suelo es una medida de la acidez o alcalinidad, por lo general se considera como una propiedad muy importante ya que tiende a estar correlacionado con otras propiedades, tales como el grado de saturación de base. La determinación de la concentración de iones hidronios y iones hidroxilo permite medir la acidez o alcalinidad. Si hay mayor concentración de iones de hidrógenos, se dice que la relación es ácida, pero si hay predominancia de iones hidroxilo la relación es alcalina.

En el marco de la observación anterior, el pH forma parte de las propiedades importantes a evaluar ya que es el punto principal de asimilación de nutrientes en las plantas, incide en muchas propiedades de los suelos, por ejemplo, regulando la biodisponibilidad de los nutrientes o el grado de agresividad del suelo frente a las partículas minerales. Junto a los parámetros anteriores de materia orgánica, capacidad de cambio, grado de saturación y pH regulan la fertilidad química del suelo.

Cuadro 5. Clasificación del pH

Muy favorable	Neutro 7.3 – 6.7 Neutro
Favorable	6.7 – 5.5 pocos ácidos o 7.3 – 8.0 pocos alcalinos
Desfavorable	Ácidos 5.5 – 4.5 o 8.0 – 9.0 Alcalinos
Muy desfavorable	Muy ácidos <4.5 o >9.0 Muy alcalinos

Fuente: Dorronsoro, (2007) citado por Arceda y Salmerón (2013).

7.5.2.3. Nutrientes del suelo

Según FAO (2002), los macronutrientes se necesitan en grandes cantidades, y grandes cantidades tienen que ser aplicadas si el suelo es deficiente en uno o

más de ellos. Los suelos pueden ser naturalmente pobres en nutrientes, o pueden llegar a ser deficientes debido a la extracción de los nutrientes por los cultivos a lo largo de los años, o cuando se utilizan variedades de rendimientos altos, las cuales son más demandantes en nutrientes que las variedades locales. En contraste a los macronutrientes, los micronutrientes o micro elementos son requeridos sólo en cantidades ínfimas para el crecimiento correcto de las plantas y tienen que ser agregados en cantidades muy pequeñas cuando no pueden ser provistos por el suelo.

En contraste a los macronutrientes, los micronutrientes o micro elementos son requeridos sólo en cantidades ínfimas para el crecimiento correcto de las plantas y tienen que ser agregados en cantidades muy pequeñas cuando no pueden ser provistos por el suelo.

Cuadro 6. Nutrientes esenciales del suelo

Nutrientes primarios	Micronutrientes
Nitrógeno (N)	Boro (B)
Fosforo (P)	Cloro (Cl)
Potasio (K)	Cobre (Cu)
Nutrientes secundarios	Hierro (Fe)
Calcio (Ca)	Manganeso (Mn)
Magnesio (Mg)	Molibdeno (Mo)
Azufre (S)	Zinc (Zn)

Fuente: (FAO 2002).

7.5.2.3.1. Nutrientes primarios

El Nitrógeno (N) es el motor del crecimiento de la planta. Suple de uno a cuatro por ciento del extracto seco de la planta. Es absorbido del suelo bajo forma de nitrato (NO_3^-) o de amonio (NH_4^+). En la planta se combina con componentes

producidos por el metabolismo de carbohidratos para formar amino ácidos y proteínas. Siendo el constituyente esencial de las proteínas, está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas y en la elaboración del rendimiento. Un buen suministro de nitrógeno para la planta es importante también por la absorción de los otros nutrientes (FAO, 2002).

El fósforo (P), que suple de 0,1 a 0,4 por ciento del extracto seco de la planta, juega un papel importante en la transferencia de energía. Por eso es esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químico-fisiológicos. Es indispensable para la diferenciación de las células y para el desarrollo de los tejidos, que forman los puntos de crecimiento de la planta. El fósforo es deficiente en la mayoría de los suelos naturales o agrícolas o donde la fijación limita su disponibilidad (FAO, 2002).

El potasio (K), que suple del uno al cuatro por ciento del extracto seco de la planta, tiene muchas funciones. Activa más de 60 enzimas (substancias químicas que regulan la vida). Por ello juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas. El K mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Las plantas bien provistas con K sufren menos enfermedades (FAO, 2002).

7.5.2.3.2. Nutrientes secundarios

El magnesio, azufre y calcio son los nutrientes secundarios. Las plantas también los absorben en cantidades considerables. El Magnesio (Mg) es el constituyente central de la clorofila, el pigmento verde de las hojas que funciona como un aceptador de la energía provista por el sol; por ello, del 15 al 20 por ciento del magnesio contenido en la planta se encuentra en las partes verdes. El Mg se incluye también en las reacciones enzimáticas relacionadas a la transferencia de energía de la planta.

El calcio (Ca) es esencial para el crecimiento de las raíces y como un constituyente del tejido celular de las membranas. Aunque la mayoría de los suelos contienen suficiente disponibilidad de Ca para las plantas, la deficiencia puede darse en los suelos tropicales muy pobres en Ca. Sin embargo, el objetivo de la aplicación de Ca es usualmente el del encalado, es decir reducir la acidez del suelo (FAO, 2002).

El azufre (S) es un constituyente esencial de proteínas y también está involucrado en la formación de la clorofila. En la mayoría de las plantas supone del 0,2 al 0,3 (0,05 a 0,5) por ciento del extracto seco. Por ello, es tan importante en el crecimiento de la planta como el fósforo y el magnesio; pero su función es a menudo subestimada.

7.5.2.3.3. Los micronutrientes o micro elementos

El hierro (Fe), el manganeso (Mn), el zinc (Zn), el cobre (Cu), el molibdeno (Mo), el cloro (Cl) y el boro (B) son los llamados micronutrientes o micro elementos. Ellos son parte de sustancias claves en el crecimiento de la planta, siendo comparables con las vitaminas en la nutrición humana. Son absorbidos en cantidades minúsculas, su rango de provisión óptima es muy pequeño. Su disponibilidad en las plantas depende principalmente de la reacción del suelo. El suministro en exceso de boro puede tener un efecto adverso en la cosecha subsiguiente. Algunos nutrientes benéficos importantes para algunas plantas son el Sodio (Na), por ejemplo, para la remolacha azucarera, y el Silicio (Si), por ejemplo, para las cereales, fortaleciendo su tallo para resistir el vuelco. El Cobalto (Co) es importante en el proceso de fijación de N de las leguminosas (FAO, 2002).

Es importante notar que todos los nutrientes, ya sean necesarios en pequeñas o grandes cantidades, cumplen una función específica en el crecimiento de la planta y en la producción alimentaria, y que un nutriente no puede ser sustituido por otro.

Cuadro 7. Clasificación de nutrientes y sus niveles

NOMBRE	SIMBOLO	UNIDADES	NIVELES			
			Bajo (Menor o igual que)	Medio	Alto (Mayor que)	Muy alto
Materia orgánica	M.O	(%)	0.61-1.8	1.81-3.0	3.1-4.2	>4.2
Nitrógeno	N	(%)	0.033-0.095	0.096-0.158	0.159-0.221	>0.222
Fósforo	P	ppm	0-10	11 a 20	21-30	31-40
Potasio	K	meq/100 g	<0.2	0.3-0.6	0.6	>0.6
Calcio	Ca	meq/100 g	<4	4-20,	20-36	>36
Magnesio	Mg	meq/100 g	<2	2.1-10	>11	>18
Hierro	Fe	ppm	<10	11-100	100	>100
Cobre	Cu	ppm	<2	3.0-20	>20	
Zinc	Zn	ppm	<3	3.1-10	>10	
Manganeso		ppm	<5	6.1-50	>50	
Azufre		ppm	<20	21-36	>36	
Boro		ppm	<0.2	0.3-0.6	>0.6	
Molibdeno		ppm		<0.1	0.5	
Conductividad eléctrica	CE *)	µS /cm		300—800		
Ca+Mg/K			10	10.1-40	40	
Ca/Mg			2	2.1-5	5	
Ca/K			5	5.1-25	25	
Mg/K			2.5	2.6-15	15	
Acidez	pH		Acido	Ligeramente Acido	Neutro	
			4.65-5.5	5.65-6.8	6.85-7.2	
			Ligeramente Alcalino	Alcalino	Muy alcalino	
			7.25-8.4	8.45-9.4	>9.4	

*) Lab. UNAN-León

Fuente: LAQUISA. Lab, UNAN-León.

7.5.3. Propiedades intrínsecas biológicas

7.5.3.1. Contenido de materia orgánica

La materia orgánica es la fracción orgánica que incluye residuos vegetales y animales en diferentes estados de descomposición; tejidos y células de organismos que viven en el suelo y sustancias producidas vertidas por esos organismos. La materia orgánica contiene cerca del 5 % de nitrógeno total, sirviendo de esta manera como un depósito para el nitrógeno de reserva. Además,

estos residuos contienen fósforo, magnesio, calcio, azufre y micronutrientes disponible para las plantas (González, 1996).

La materia orgánica del suelo contribuye mejorar la condición física del suelo, mejora la infiltración del agua, mejora la friabilidad del suelo, disminuye las pérdidas de suelo por erosión, provee nutrientes a la planta, la mayoría de los beneficios se deben a las sustancias desprendidas como producto de la descomposición en el suelo de los residuos orgánicos vegetales.

Chavarría y Tórrez (2011), explica que inicialmente sucede una alteración de los restos de vegetales, antes de caer al suelo, los que, son atacados por los microorganismos a esto se conoce como “*transformación química inicial*” produciéndose importantes transformaciones en las estructuras de los órganos de las plantas, Posteriormente los restos de vegetales y animales se acumulan, destruyéndose mecánicamente a esta etapa se le llama “*acumulación y destrucción mecánica*” en esta etapa participa la fauna y meso fauna del suelo, dejando la materia orgánica lista para la siguiente etapa. Finalmente se da la pérdida estructural y alteración de la composición del material original a este proceso se le conoce como “*alteración química*” los que se convierten en parte del plasma del suelo por la acción de los microorganismos.

Es evidente entonces que la materia orgánica es indispensable para mantener la fertilidad del suelo, con la incorporación de abonos orgánicos realizados con residuos animales o vegetales que ayudan a múltiples factores en el suelo para mantenerlo en buenas condiciones de fertilidad, estructura etc.

La materia orgánica ha sido considerada tradicionalmente uno de los factores fundamentales de la fertilidad de los suelos. Es el reservorio de alrededor del 95% del nitrógeno edáfico e influye favorablemente sobre propiedades físicas como la estabilidad de la estructura y la densidad aparente. Se la considera también uno de los componentes principales de la sustentabilidad de los agros ecosistemas. La

materia orgánica se origina a partir de residuos de plantas y animales continuamente transformados y del desarrollo de microorganismos que se nutre de dichos residuos (Woomer, 1991).

Dorronsoro (2007), señala que el contenido en materia orgánica constituye un rasgo esencial en los suelos. Favorece el desarrollo de la estructura, por tanto, mejora las propiedades físicas (aumenta la porosidad, la permeabilidad, el drenaje y la capacidad de retención de agua útil) y las propiedades químicas (contenido en nutrientes y capacidad de intercambio iónico) y protege al suelo de la erosión. Cuando un suelo pierde su materia orgánica se vuelve pulverulento, inestable e infértil.

De los anteriores planteamientos se deduce que ambos autores presentan una teoría referente e importante, que el contenido de materia orgánica es la parte principal de la capa fértil del suelo, pero por condiciones de malas prácticas de conservación de suelo se ha degradado conforme al tiempo de sobre explotación del suelo.

Cuadro 8. Clasificación de los niveles de materia orgánica

Muy favorable	>5%
Favorable	5-2
Desfavorable	2-1
Muy desfavorable	<1

Fuente: Dorronsoro (2007), modificado por Chavarría (2013) para Arceda y Salmerón, 2013)

7.5.3.2. Organismos del suelo

En el suelo viven numerosos grupos de organismos. Sus tamaños van desde microscópico (bacterias, nematodos y hongos) a grupos reconocibles a simple vista (lombrices y larvas de insectos). Algunos de estos organismos microscópicos producen reacciones favorables para el suelo, tales como descomposición de los

residuos vegetales y animales. Otros producen reacciones desfavorables como el desarrollo de organismo que producen enfermedades en plantas y animales. Para alimento y energía la mayoría de los organismos del suelo dependen de la materia orgánica, de ahí que por lo general se les encuentre en los primeros 30 cm de suelo (González, 1996).

Como organismos se incluye a la vegetación, los invertebrados (meso, macro y microscópicos) y al hombre. Como fuente de residuos vegetales, la vegetación es uno de los factores más importantes en la formación de suelos. El aporte de materiales vegetales, su mineralización y transformación, el modo que se incorpora al suelo ya convertidos en material humificado, afecta el desarrollo de los horizontes superficiales modificando su pH, color, estructura, grado de agregación, retención de humedad, actividad biológica, reciclaje de nutrientes y fertilidad natural (Núñez, 2000)

Según Badias (2011), la participación de una amplia variedad de formas biológicas (animales, bacterias, hongos, algas) resulta trascendental en el funcionamiento de los ciclos del carbono, del nitrógeno, etc. La vegetación ejerce una serie de acciones tanto directas como indirectas en la formación y conservación del suelo. Entre las primeras destacan el aportar materia orgánica, acelerar la meteorización e incrementar la porosidad y el movimiento del agua y el aire.

Entre las indirectas destaca el efecto pantalla que el dosel o cubierta vegetal impone sobre el clima edáfico, al sombrear, al interceptar las gotas de lluvia, frenar la escorrentía superficial (o sea aumentar la infiltración) y, por tanto, reducir la erosión hídrica, además de la eólica. Además, el sistema radicular respira, segrega sustancias y absorbe agua por lo que tiene efectos sobre la translocación y lavado de sustancias en el suelo, por ejemplo, de carbonatos. Interviene en los ciclos biogeoquímicos al absorber nutrientes en solución que fija en sus tejidos temporalmente (Badias 2011).

Los organismos existentes en el suelo son de gran importancia en la fertilidad del mismo, estos ayudan a acelerar el proceso de desintegración de residuos vegetales y animal para la incorporación de materia orgánica (Humus). Se debe considerar que algunas especies ejercen efectos alelopáticos (Badias 2011).

7.5.3.2.1. Micro fauna

Según Alvares (2006), los componentes micros que solo pueden ser vistos por microscopio como protozoarios (amebas), nematodos, entre otros, pertenecen a la micro fauna. Los organismos que componen la micro fauna tienen la función de labradores del suelo, abriendo canales, aireando e incorporando materia orgánica.

Es decir que la micro fauna son animales muy pequeños de gran importancia para el suelo, por su ayuda en mejorar las condiciones del mismo con su función de degradar los residuos y convertirlos en materia orgánica, además de mejorar la aireación.

7.5.3.2.2. Macro fauna

La macro fauna incluye aquellos especímenes del suelo que miden más de 1cm de largo y un diámetro mayor de 2 mm, entre sus miembros se encuentran los termites, las lombrices de tierra, los escarabajos, las arañas, las larvas de mosca y de mariposa, los caracoles, los milpiés, los ciempiés y las hormigas. De estos organismos, los escarabajos suelen ser los más diversos (con mayor número de especies), aunque en abundancia predominan generalmente los termites y las hormigas y en biomasa las lombrices de tierra (Morera, 2008).

Por consiguiente, la macro fauna está constituida por numerosos grupos de organismos, que se diferencian de la micro fauna por su tamaño y que oscilan tamaños más grandes que pueden medir más de 1 cm. La macro fauna si se pueden llegar a observar a simple vista y de igual manera que el otro

microorganismo es muy importante para la desintegración de los residuos vegetales y animales e incorporación de humus al suelo.

7.5.3.2.3. Conteo de lombrices de tierra

Los gusanos de tierra juegan un papel mayor, a través de su excavar, mientras se alimentan, lanzando, y descomponiendo y cíclicamente la materia orgánica, y los nutrientes. Ellos también pueden mejorar porosidad de la tierra, aeración, infiltración de agua y conductibilidad, tamaño de los agregados y la estabilidad. También reducen la superficie compactada y aumenta el crecimiento de la raíz y la producción de la cosecha subsecuente (Graham, 2000).

Las lombrices son un buen indicador de la salud biológica y la condición del suelo porque su cantidad y tipo son afectados por las propiedades del suelo y el manejo de la tierra. Cuando excavan, se alimentan, digieran y depositan los restos, las lombrices tienen una influencia importante sobre las propiedades químicas, físicas y biológicas de la tierra. Trituran y descomponen residuos de plantas, convirtiéndolo en materia orgánica y liberando gran cantidad de nutrientes minerales.

Las lombrices actúan como factores biológicos aireantes y acondicionadores físicos del suelo, mejorando la porosidad y aireación del suelo, la estructura y la estabilidad de los terrones. Ayudan más aún al crecimiento de las plantas secretando hormonas de crecimiento y aumentando la densidad y el grado de desarrollo de las raíces a través de los conductos ricos en nutrientes. Como consecuencia, la presencia de lombrices puede aumentar significativamente el grado de crecimiento y el rendimiento del cultivo (JUMP, 2017).

Las lombrices también aumentan la población, actividad y diversidad de los microbios del suelo, los cuales tienen un papel importante en la descomposición de la materia orgánica y la formación de humus, además de liberar también

hormonas de crecimiento, proveer de nutrientes y reducir la incidencia de pestes y enfermedades.

El beneficio colectivo de microbios aumenta el rendimiento del cultivo, así como reduce la necesidad de fertilizantes. La cantidad de lombrices está determinada por la disponibilidad de alimentos como materia orgánica y microbios de la tierra, los cultivos presentes, la cantidad y calidad de residuos en la superficie, la humedad y temperatura del suelo, textura, aireación, nutrientes incluyendo niveles de calcio, y los tipos de fertilizante y nitrógeno usado. Es conveniente una buena variedad de especies tanto en la superficie donde absorben los residuos allí presentes como en el subsuelo donde se bajan y mezclan los residuos y la materia orgánica en profundidad (JUMP, 2017).

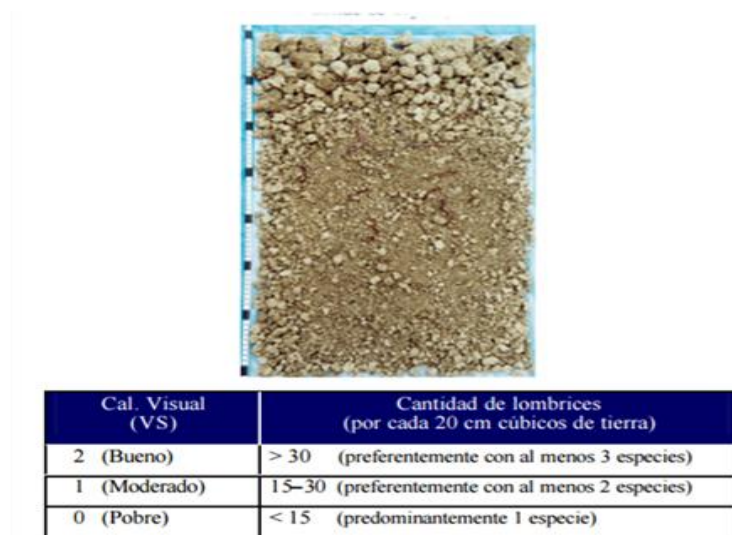


Figura 8. Clasificación de conteo de lombrices

Fuente:(Graham, 2000)

Conforme a la imagen en un plástico en una superficie plana la muestra de suelo se colocará sobre él, comenzando a contar las lombrices encontradas en esa muestra.

7.6. Factores económicos

Esta categoría corresponde a todas las prácticas de explotación actuales, potenciales y consecuencias de toda índole (económicas, sociales, políticas, etc.) que estas prácticas acarreen en el medio considerado. En este grupo se incluyen un conjunto de parámetros de muy diversa índole: niveles de manejo del suelo, producciones, tamaño de las fincas, ventas, costos, red viaria, mercado, etc. Es en este apartado donde el edafólogo encuentra serias dificultades y se hace necesaria una contribución interdisciplinaria (Dorronsoro, 2007).

7.6.1. Producción económica de un producto

Silvestre (1996) describe la producción como la forma en que los hombres se organizan para producir, distribuir y consumir los bienes que satisfacen sus necesidades. No hay que olvidar que el modo de producción es la inter relación dialéctica entre las fuerzas productivas y las relaciones sociales de producción que se dan en determinadas épocas históricas. La fuerza productiva son todos aquellos elementos que forman la capacidad productiva de la sociedad y están integradas por la fuerza de trabajo y los medios de producción.

7.6.1.1. Tamaño de la finca

El concepto finca, se aplica a un determinado tipo de establecimiento que tiene lugar en el ámbito rural y que se dedica a la producción de algún tipo de elemento agrícola o ganadero. Las fincas suelen ser establecimientos ubicados en terrenos más bien amplios, con un centro habitable, grandes o pocas extensiones de tierra. La finca también puede ser un tipo de propiedad inmueble que no se dedica a la producción y que es más que nada un tipo de propiedad lujosa de los sectores más altos de la sociedad (Diccionario ABC, 2007).

7.6.1.2. Costos de producción de un cultivo o producto

Para todo individuo realizar una acción o dejar de realizarla tiene un costo, ya sea monetario, de tiempo, etc. De igual forma para quien está a cargo de todo proceso productivo los costos serán sin duda un concepto que no dejará nunca de lado, ya que estos estarán presentes en toda la etapa de producción. Así como un individuo pretende maximizar sus beneficios, las empresas también lo querrán y una de las formas más eficientes para hacerlo es a través del control y gestión de costos. En un mundo de escasez, las empresas deben saber muy bien en cómo gasta el dinero invertido en cada factor de producción. Sin embargo, hay que decir que los costos no solo influyen en el nivel de producción sino también en la toma de cualquier decisión (Cuadros, Pacheco, Cartes y Contreras, 2012).

7.6.1.3. Canales de comercialización

Baker (2009) plantea que “canales de comercialización” se refiere a un grupo de organizaciones interdependientes que facilitan la transferencia de propiedad según los productos que se mueven del productor al usuario de negocios o al consumidor.

En la actualidad un sector del campesinado produce para sí mismo, pero no es ajeno a la producción mercantil, incluso en las comunidades indígenas más remotas.

La unidad familiar no logra producir lo suficiente y la variedad necesaria de alimentos para el sustento familiar, por lo que es necesario que obtengan otros productos a partir de la compra a mayoristas. De igual manera la búsqueda de vender su producción a intermediarios, mercado etc, para la obtención de dinero y su subsistencia. Canal de comercialización es una estructura organizada que permite articular los intercambios entre la producción y el consumo.

El problema del transporte de la producción hacia la ciudad de Matagalpa da respuesta a que el productor vende su mercancía a intermediarios del centro de acopio del mercado sur.

7.6.1.4. Productividad

Productividad puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. En la fabricación la productividad sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados.

Productividad en términos de empleados es sinónimo de rendimiento. En un enfoque sistemático decimos que algo o alguien es productivo con una cantidad de recursos (Insumos) en un periodo de tiempo dado se obtiene el máximo de productos (Larousse, 2006).

7.6.1.2.1. Rendimientos Productivos

Se refiere a la producción de los cultivos con relación a los costos de producción, es decir es la relación entre la cantidad de un producto y la de los factores utilizados para su producción (Larousse, 2006).

7.6.1.2.3. Rentabilidad

Es un término general que mide la ganancia que puede obtenerse en una situación particular. Es el denominador común de todas las actividades productivas. Se hace necesario introducir algunos parámetros a fin de definir la rentabilidad. En general, el producto de las entradas de dinero por ventas totales (V) menos los costos totales de producción sin depreciación (C) dan como resultado el beneficio bruto (BB) de la compañía (FAO, 1998).

7.6.1.2.4. Ingresos

En el ámbito de la economía, el concepto de ingresos es sin duda uno de los elementos más esenciales y relevantes con los que se puede trabajar.

Entendemos por ingresos a todas las ganancias que ingresan al conjunto total del presupuesto de una entidad, ya sea pública o privada, individual o grupal. En términos más generales, los ingresos son los elementos tanto monetarios como no monetarios que se acumulan y que generan como consecuencia un círculo de consumo-ganancia (Scalone, 2008).

El término ingresos se relaciona tanto con diversos aspectos económicos, pero también sociales ya que la existencia o no de los mismos puede determinar el tipo de calidad de vida de una familia o individuo, así como también las capacidades productivas de una empresa o entidad económica. Los ingresos sirven además como motor para la futura inversión y crecimiento ya que, aparte de servir para mejorar las condiciones de vida, pueden ser utilizados en parte para mantener y acrecentar la dinámica productiva. Se genera así un flujo de elementos (que pueden ser o no dinero) que entra en constante movimiento y dinamismo (Diccionario ABC, 2007)

7.6.1.2.5. Egresos

Se conoce como egreso a todo aquello que egresa o sale de un lugar o espacio determinado. El término hace referencia específicamente al dinero que se utiliza en un negocio o acción monetaria para pagar determinados gastos y que por lo tanto no puede ser contado como ganancia (Diccionario ABC, 2007).

7.6.2. Financiamientos

Es la entrega de un bien o de una determinada cantidad de dinero que se hace a una persona con la promesa de su pago en un tiempo determinado. En el financiamiento intervienen 3 elementos: el préstamo, el plazo y la confianza. El préstamo consiste en la entrega de cierta cantidad de dinero que una persona hace a otra; el plazo es el tiempo que medía entre la entrega del bien y su devolución. La confianza es la creencia de que el bien será reembolsado en el término convenido (Silvestre, 1996).

7.6.2.1. Acceso a créditos económicos

El crédito es una operación por medio del cual un acreedor presta cierta cantidad de dinero a un deudor por la garantía o confianza, en la posibilidad, voluntad y solvencia de que cumpla a un plazo determinado con el reembolso total de la deuda contraída más sus accesorios o intereses, previos estudios hechos por quien presta el dinero respecto a la seguridad, liquidez y convivencia que representa o que ofrece el deudor (Gómez, 2004)

7.7. Agricultura de conservación

El desarrollo sostenible de la agricultura implica, en sentido amplio mejorar los ingresos de los productores y productoras, la calidad del medio ambiente y la calidad de vida para las generaciones presentes y futuras (CRS, 2014).

El objetivo de la agricultura de conservación es conservar, mejorar y hacer un uso más eficiente de los recursos naturales a través del manejo integrado del suelo, el agua y los recursos biológicos disponibles, a los que se suman insumos externos. Esto contribuye a la conservación del ambiente, así como también a una producción mejorada y sostenible, también es una agricultura que hace un uso eficiente y efectivo de los recursos.

La agricultura de conservación, es un sistema efectivo para mejorar la productividad y sostenibilidad de las unidades de producción familiar, la cual va más allá de realizar obras físicas de conservación de los suelos. Promueve la combinación de medidas agronómicas, biológicas y mecánicas que contribuyen a mejorar la calidad de suelo a través de tres principios:

- Cobertura permanente de suelo, especialmente por residuos y cobertura de cultivos.
- Rotación de cultivos, diversidad de cultivos y cultivos múltiples, agroforestería e integración pecuaria.
- Mínima alteración mecánicas con siembra directa.

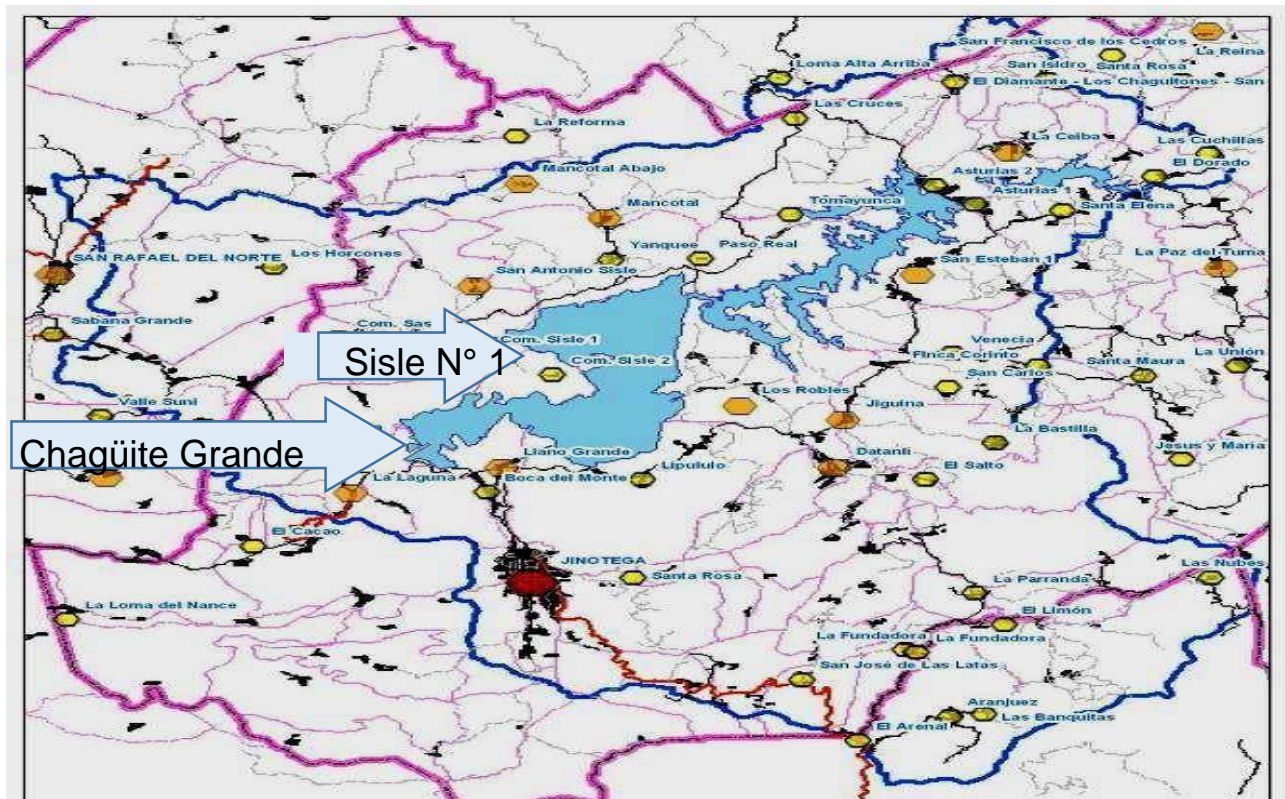
Cobertura permanente del suelo, proporcionada por los sistemas agroforestales y cultivos establecidos en suelos protegidos con rastrojos o cultivos de coberturas, no solo protegen el suelo del impacto físico de la lluvia y del viento, sino que también conserva la humedad y disminuye las temperaturas en las capas superficiales. Así, el suelo se convierte en un hábitat favorable para una gran cantidad de microorganismo, incluyendo raíces de planta, lombrices, insectos y microorganismos, por ejemplo, hongos y bacterias. Esta vida del suelo usa la materia orgánica de la cubierta vegetal, la recicla en humus, nutrientes y contribuye a estabilizar físicamente la estructura del suelo, permitiendo que el aire y el agua se infiltren y almacene (CRS, 2014).

VIII. DISEÑO METODOLÓGICO

8.1. Ubicación Geográfica de la Zona de estudio

El lago de Apanás se encuentra ubicado a una distancia de 6 kilómetros de la ciudad de Jinotega y a 178 kilómetros de la capital del país. El lago presenta una altitud de 955 msnm y se localiza en las coordenadas 13010"42" de latitud norte y 85058"31" de longitud oeste (INETER, 2003).

La figura de Cuenca Hídrica del Lago de Apanás con asentamientos y divisiones administrativas.



Fuente: MAGFOR 2007, Plan de Ordenamiento y Manejo Integral de la Cuenca Hídrica del Lago DeApanás

Figura 9. Localización sitio de estudio

Figura de ubicación de las comunidades vista satélite.



Figura 10. Localización sitio de estudio

Fuente. Google Earth

La micro-cuenca Apanás cuenta con una extensión de 54.15 km², convergen dos tipos de clima: Clima 1 Caliente y Sub- Húmedo con lluvia en verano, y Clima 2 lluvioso. El primero se caracteriza por presentar una estación seca (Noviembre-Abril) y otra lluviosa (Mayo-Octubre). La precipitación varía desde los 800 hasta los 2,000 mm. Las temperaturas fluctúan entre los 18 y 30°C. El segundo se caracteriza por mostrar una estación seca muy severa, con temperaturas medias anuales que oscilan entre los 23°C y 27°C, mientras que la precipitación promedio anual presenta rangos de 650 a 800 mm. Dentro del Clima Lluvioso se caracterizan zonas de transición hacia otros tipos de clima, presentando temperaturas medias anuales de 20°C a 22°C, con precipitaciones promedios anuales de 1,100 a 1,600 mm (INETER, 2003)

Este estudio se llevó a cabo en cuatro unidades de producción agrícola (UPA) ubicadas en Chagüite Grande N°1 y Sisle N°1. Las unidades de producción agrícola son: el Zanjón propiedad del productor Eddy Estrada en Chagüite Grande n°1, San Gerónimo del productor Silvio Estrada en Chagüite Grande n°1; la

Maravilla propiedad de don Pablo Roberto García en Sisle n° 1, La Estación propiedad del señor Heriberto Herrera en Sisle N°1, durante el I semestre del año 2017.

8.2. Tipo de estudio

El enfoque empleado en la investigación es de tipo descriptivo, cuali-cuantitativo y de corte transversal.

Es descriptivo porque estudian situaciones que general mente ocurren en condiciones naturales, este estudio es diseñado para describir la distribución de variable Porque se orienta a la caracterización del suelo (Valdivia, 2008).

Cuali-cuantitativo porque tiene como propósito cuantificar la cantidad de nutrientes, proporción de las características físicas, químicas del suelo y cualitativo porque se orienta también a caracterizar los suelos.

Es un diseño no experimental, ya que, se observan fenómenos tal como se han dado en su contexto natural, para después analizarlos (Sampieri, 1991).

En cuanto a la dimensión temporal, es de corte transversal, ya que éste trata de evaluar las propiedades intrínsecas y extrínsecas del suelo en un periodo de tiempo, durante el año 2017.

8.3. Población y muestra

El universo son ocho unidades de producción agrícola (8) las cuales se encuentran organizadas y a su vez beneficiadas por el proyecto Agricultura Suelos y Agua (ASA) ejecutado por la UNAN FAREM, Matagalpa con apoyo financiero y técnico de CRS. Como muestra se consideró a cuatros unidades de producción agrícola, tomado en cuenta como criterio que los productores manifestaran su disposición de colaborar con la investigación, para lo cual debían poner a

disposición una parcela ASA que significa producir y conservar los recursos a través de una agricultura conservacionista.

8.3.1. Las unidades de producción agrícola seleccionadas en base a los siguientes criterios:

- El productor debe estar comprometido a facilitar información y colaborar con el estudio.
- Disponibilidad de las unidades de producción.
- Accesibilidad a la información del productor y cercano a la red vial.
- Conocimientos del productor del trabajo que realiza en su sistema de producción.
- Apoyo de la CRS

8.4. Técnicas de investigación

Evaluación Visual del Suelo utilizando una Tarjeta de Calificación Indicadores de Calidad del Suelo propuesta por Graham (2000) (Anexo 2).

Se realizó análisis de suelo, en LAQUISA para determinar textura, Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), potencial de iones (pH), materia orgánica, nutrientes primarios, nutrientes secundario y micronutrientes del suelo (Anexo 3)

Los datos de pendiente se obtuvieron mediante el uso de nivel de cordel, el cual se utilizó una cinta métrica, manila de 6 metros de largo, de apoyo para nivelar el clinómetro, en este trabajo se medirá primero el terreno en una línea vertical para obtener la distancia total y dividir el número de puntos a tomar con el clinómetro en este caso se tomaron puntos de medidas en las unidades de producción.

Se utilizó equipo de GPS para la localización geográfica y la altura sobre el nivel del mar de las unidades de producción en estudio.

Los datos climáticos (precipitación y temperatura) se obtuvieron de la estación meteorológica AccuWeather.

La variable economía la técnica de investigación que se aplicó en este estudio es la entrevista, para lo que está diseñado un cuestionario que permitirá recopilar la información de campo con respecto al conocimiento y la percepción de los productores sobre la problemática (Anexo 4).

Para formulación de propuesta de alternativas para el uso apropiado del suelo en los sistemas productivos agrícolas se valoraron los resultados de las demás técnicas para promover la implementación de la agricultura de conservación ASA (Agricultura, Suelo y Agua)

8.5. Procesamientos de datos y análisis de la información

Para el procesamiento de la información recopilada en campo, se utilizó el programa de Excel donde se creó una hoja de cálculo con todos los parámetros a evaluarse del método utilizado es la metodología desarrollada por Graham (2000) , para las propiedades intrínsecas físicas (estructura y consistencia, porosidad, coloración, número y color de moteado, conteo de lombrices, cobertura y profundidad), la calificación visual (cv) a cada indicador le corresponde una calificación o valor visual (Cv) de acuerdo a la escala siguiente: 0 = (pobre); 1 = (moderado); 2 = (bueno), la asignación de estos valores depende de la calidad de la tierra observada en la unidad de producción, al comparar la muestra de tierra con las tres fotografías que se indican en esta metodología de campo.

La puntuación visual es flexible, para que, si la muestra que usted está evaluando no alinea exactamente con cualquiera de las fotografías, pero observa similitud con alguna de ellas, usted pueda asignar un puntaje. En donde cada propiedad da un total para evaluar el estado actual del suelo

(suelos pobres, suelos moderados, suelos buenos) se utilizó una hoja de cálculo para los resultados e interpretación de análisis de suelo.

Las guías utilizadas para evaluar las propiedades intrínsecas químicas con resultados del suelo fue la tabla establecida LAQUISA evaluando el estado de cada nutriente en las unidades muy alto, alto, medio y bajo.

Para los datos de propiedades extrínsecas o de relieve se utilizó la metodología de Donrronsoro modificada por Chavarría para Arceda y Salmerón (2013).

8.6. Operalización de variable

Objetivo específico	Variable	Sub variable	Indicadores	Técnicas
Determinar la situación del suelo con respecto a las propiedades extrínsecas en las unidades de producción agrícola	Propiedades extrínsecas	Propiedades extrínsecas (relieve)	Pendiente (%)	Nivel de cordel
		Propiedades extrínsecas climatológicas	Precipitación (mm) Temperatura (°C) Altitud (msnm)	Registro de estación meteorológica Registro de estación meteorológica GPS
Determinar la situación del suelo con relación a las propiedades intrínsecas en las unidades producción agrícola.	Propiedades intrínsecas del suelo.	Propiedades intrínsecas físicas	Textura (clase textural) Contenido de agua (CC) Punto de marchites permanente (PMP) Estructura y consistencia Porosidad del suelo Color del suelo Moteado del suelo Compactación cobertura del suelo Profundidad del suelo (cm) Conteo de lombrices	Muestreo de evaluación visual de suelo. Monolito. Análisis de suelo. Laboratorio

Determinar la situación del suelo con relación a las propiedades intrínsecas en las unidades de producción agrícola	Propiedades intrínsecas del suelo.	Propiedades intrínsecas químicas.	Capacidad de intercambio catiónico (CIC) Porcentaje de iones (pH) Nutrientes del suelo Nitrógeno (N) Hierro (Fe) Fosforo (P) Magnesio (Mg) Potasio (K) Calcio (Ca) Micro nutrientes	Análisis de suelo (laboratorio)
		Propiedades intrínsecas biológicas	Contenido de materia orgánica	Análisis de suelo (laboratorio)
Evaluar la situación económica de las unidades producción agrícola	Situación económica	Producción	Tamaño de la unidades de producción (Mz)	Entrevista directas a productores
			Cultivos implementados Rendimientos productivos Costo de producción Ingresos (C\$) Egresos (C\$) Rentabilidad Canales de comercialización	Entrevistas directas a productores
Formular propuesta de alternativas para el uso apropiado del suelo en las unidades de producción agrícola		Manejo del suelo	Obras de conservación de suelo y agua (ASA)	Observación en campo Entrevistas directas a productores

IX. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

9.1. Propiedades extrínsecas del suelo de las unidades de producción

Las propiedades extrínsecas del suelo son aquéllas que definen el medio en el cual se desarrolla el suelo, como son: relieve, clima, vegetación, etc, y que justifican la ampliación del concepto “suelos” hacia el de "tierras". Como caracteres extrínsecos al suelo más frecuentes tenemos: pendiente, precipitaciones y temperatura (Dorronsoro, 2007).

9.1.1. Pendiente (Relieve) de las unidades de producción agrícola

La pendiente de un terreno se expresa como el grado de declive o sea una relación entre las distancias vertical y horizontal de dos puntos en términos porcentuales (Cubero, 1996).

Cuadro 9. Porcentaje de pendiente (UPA)

Unidad de producción (UPA)		Cultivos	Resultados %	MF % < 4	F % 4 - 10	D % 12 -25	MD % >25
Sisle N°1	La Estación	Frijol	7.88		X		
		Maíz					
	El Guabal	Frijol	13.74			X	
		Maíz					
Chagüite Grande N°1	Zanjón	Frijol	4	X			
		Maíz					
	San Gerónimo	Frijol	8.05		X		
		Maíz					

Fuente: Resultado de investigación y Dorronsoro (2007)

La clasificación para este parámetro:

MF: Muy Favorable

F: Favorable

D: Desfavorable

MD: Muy Desfavorable

Para la Unidad de Producción Agrícola (UPA) La Estación en Sisle N° 1, el nivel de inclinación es de 7.88 %, por lo tanto, se encuentra en la categoría favorable entre 4 a 10% de inclinación, en el caso de la unidad de producción El Guabal presenta un nivel de pendiente de 13.74 %, que la ubica en la categoría desfavorable que está entre 12 a 25 % de inclinación.

En Chagüite Grande N°1 las unidades de producción se encuentran estados óptimos ya que el Zanjón está a un nivel de inclinación 4% en la categoría de muy favorable de 0 a 4% también esta San Gerónimo con nivel de inclinación de 8.05% encontrándose en la categoría favorable que esta de 4 a 10%.

Estos niveles fueron determinados según la clasificación de Dorronsoro (2007), modificados por Chavarría para Arceda y Salmerón (2013).

En la unidad de producción que se encuentra como desfavorable, a medida que aumenta el grado de pendiente, la velocidad y el volumen del agua de escorrentía se incrementa. Por tanto, así será su poder de erosión, afectando de gran manera la fertilidad del suelo y por ende disminuyendo los rendimientos de los cultivos.

La pendiente es un parámetro muy importante porque los procesos del suelo van a estar relacionados a la pendiente, si se presentan pendientes inclinadas habrá mayores pérdidas de suelo debido a los procesos erosivos, por el transporte de distintos materiales como nutrientes, arcilla, piedras, humus, etc. Afectando con eso los principales parámetros de las propiedades físico-químicas del suelo.

9.1.2. Propiedades extrínsecas climatológicas de las unidades de producción agrícola

9.1.2.1. Precipitaciones de las unidades de producción agrícola

El cuadro 10, nos indica las precipitaciones promedio de las Unidades de Producción Agrícola (UPA) y las precipitaciones recomendadas para los cultivos de Maíz y Frijol

Cuadro 10. Precipitación (UPA).

Unidades de Producción Agrícola		Precipitación encontrada (mm/año)	Precipitaciones (época ciclo de vida de los cultivos)	Precipitación recomendada (mm)	
				Frijol	Maíz
Sisle N°1	La Estación	1875.2	1414.45	500 – 1500	1000 - 1700
	El Guabal				
Chagüite Grande N°1	El Zanjón				
	San Gerónimo				

Fuente: Guía tecnológica del Maíz, Guía técnica para el cultivo del Frijol y Precipitación recomendada (mm/año) por cultivos (AccuWeather 2017).

Las precipitaciones encontradas en el Sitio Ramsar Apanás en las Unidades Producción Agrícola al realizar una comparación con las necesidades de agua de los cultivos establecidos son aptas para la siembra, ya que estos están dentro de los rangos de precipitaciones representado (Guía tecnológica del Maíz, 2010 y la guía técnica del cultivo de Frijol).

9.1.2.2. Temperatura de las unidades de producción agrícola

Cuadro 11 representa las temperaturas encontradas y temperaturas óptimas para los cultivos de Maíz y Frijol de la Unidades de Producción Agrícola (UPA).

Cuadro 11. Temperatura de las unidades

Unidades de Producción Agrícola		Temperatura Encontrada (°C)	Temperatura Requerida (°C) por los Cultivos	
			Frijol	Maíz
Sisle N°1	La Estación	24°	16 a 27	19 a 24
	El Guabal			
Chagüite Grande N°1	El zanjón			
	San Gerónimo			

Fuente: Guía tecnológica del Maíz, Guía técnica para el cultivo del Frijol y AccuWeather (2017)

Las temperaturas existentes en las unidades, según datos de la estación meteorológica AccuWeather (2017) y valoradas para los cultivos con ayuda de la guía tecnológica y técnica. Resultan ser apropiadas para el establecimiento y desarrollo de los cultivos de la Unidad de Producción.

9.1.2.3. Altura Sobre el Nivel del Mar (msnm) de las unidades de producción agrícola

El cuadro 12 representa la altura sobre el nivel del mar de las Unidades de Producción Agrícola (UPA)

Cuadro 12. Altura sobre el nivel del mar

Unidades de Producción agrícola		Altura encontrada (msnm)	Altura requerida (msnm)	
			Frijol	Maíz
Sisle N°1	La Estación	1045.57	900 a 2400	0 a 3000
	El Guabal	1032.9	900 a 2400	0 a 3000
Chagüite Grande N°1	El Zanjón	959.14	900 a 2400	0 a 3000
	San Gerónimo	979.03	900 a 2400	0 a 3000

Fuente: (Guía tecnológica del Maíz, 2010), (Guía técnica para el cultivo del Frijol) y (GPS)

Las alturas encontradas en las unidades de producción agrícola con ayuda de GPS indican que son las recomendadas por la guía tecnológica de Maíz y la guía técnica del cultivo del Frijol.

9.2. Propiedades intrínsecas (Físicas) de las unidades de producción

9.2.1. Textura de suelo de las unidades de producción agrícola

Henríquez y Cabalceta (1999) afirman que la textura se refiere a la proporción relativa de arena, limo y arcilla que existe en el suelo. Lo útil de conocer la textura a la que pertenece un suelo es que permite hacer una deducción aproximada de las propiedades generales del suelo y así ajustar las prácticas de manejo requeridas (labranza, riego y fertilización) también puede utilizarse para evaluar y valorar la tierra de acuerdo a su capacidad de uso.

En el cuadro 13, se presentan los hallazgos en las unidades de producción Agrícola correspondientes a diferentes cultivos.

Cuadro 13. Textura del suelo de las unidades

Unidades		Cultivos	Resultados	MF	F	D	MD
Sisle N°1	La Estación	Maíz	Franco arcilloso		X		
		Frijol					
	El Guabal	Maíz	Franco	X			
		Frijol					
Chagüite Grande N°1	El Zanjón	Maíz	Franco	X			
		Frijol					
	San Gerónimo	Maíz	Franco arenoso		X		
		Frijol					

Fuente: Análisis de suelo, Laboratorio Químico S.A (LAQUISA) y Dorronsoro, (2007).

La textura se obtuvo a través de análisis de suelo, donde se extrajeron 16 submuestras para formar una muestra homogénea que fue enviada al laboratorio. El resultado de las muestras de las unidades de producción fue desigual con textura franca, franco arcilloso y franco arenoso. De este dato obtenido se consideran muy favorable (MF) y favorable (F) según la clasificación textural de Dorronsoro (2007).

Las texturas son ideales por ser equilibradas en la cantidad de arena, limo y arcilla, estos suelos que poseen este tipo de textura son ricos en nutrientes con buena capacidad de retención de agua.

Las texturas ideales son las equilibradas, con proporciones adecuadas de arcillas, limos y arenas, con buenas propiedades físicas y químicas. Las texturas desequilibradas pueden dar origen a diversos problemas. Las texturas arenosas finas y limosas son propensas a la erosión. Por otro lado, la textura arenosa presenta baja capacidad de retención de agua y baja capacidad de suministro de nutrientes.

Según el INTA (2010) en su guía tecnológica del frijol, este se cultiva en suelos francos o franco arcillosos con buen drenaje y fertilidad de suelo, teniendo en cuenta todas las unidades son aptas para el cultivo.

El INTA (2010) en su guía técnica de maíz, afirma que en este cultivo la clase textural Franco sería la óptima. Considerándose como Buena la textura Franco arenosa y la Marginal es la Franco arcillosa. La UPA La Estación, se ubica en un punto marginal para el cultivo según su textura Franco Arenoso.

Lo útil de conocer la textura o clase de textura que posee un suelo, es que permite tener una aproximación de las propiedades generales del suelo y a su vez ajustar las prácticas de manejo requeridas (labranza, riego y fertilización). También puede utilizarse para evaluar y valorar los suelos de acuerdo a su capacidad de uso (Henríquez y Cabalceta, 1999).

9.2.2. Capacidad de campo de las unidades de producción agrícola

Los trabajos de campo se llevaron a cabo durante la época lluviosa, en vista de lo cual se vio obstaculizada la realización de algunas pruebas, entre ellas la de capacidad de campo y punto de marchitez permanente. Para solventar esta situación se procedió según Parajón y Márquez (2013).

La determinación de la capacidad de campo se realizó por medio de las fracciones según granulometría y para el PMP por medio de la ecuación de Silva (1999), citado por Chavarría y Torrez (2011). Las fracciones granulométricas se obtuvieron por medio de resultados de análisis de suelo LAQUISA, tomando en cuenta el porcentaje de limo, arcilla y arena.

$$CC (\%) = (0.48 * \% \text{ Arcilla}) + (0.162 * \% \text{ Limo}) + (0.023 * \% \text{ Arena}) + 2.62$$

En el cuadro 14, se presentan la cc en de las unidades de producción agrícola, correspondientes a diferentes cultivos.

Cuadro 14. Fracciones granulométricas y Capacidad de campo (cc)

Fracciones	Sisle N°1		Chagüite Grande N°1	
	La Estación	El Guabal	El Zanjón	San Gerónimo
Arcilla%	32.64	23.64	16.64	16.64
Limo%	34.92	33.92	37.92	31.92
Arena%	32.44	42.44	45.44	51.44
Cc%	24.69	20.44	17.80	16.96

Fuente: Resultado de investigación

Los resultados reflejan que para las Unidades productivas del sector de Sisle, la CC se encuentra entre 24.69 % y 20.44 %; para el sector de Chagüite Grande resulto ser de 17.80% y 16.96%, respectivamente. Los resultados podrían interpretarse como el punto máximo de agua que retiene el suelo entre sus poros, y que por encima de este valor se presentaría problemas de encharcamientos o anegamientos en el suelo la desventaja es el alto porcentaje de arena para todas las unidades más para El Zanjón y San Gerónimo.

9.2.3. Punto de marchitez permanente de las unidades de producción

Con los resultados (fracciones de suelo en %), obtenidos por los análisis de suelo, se calculó la capacidad de campo, tomando este dato para calcular el punto de marchitez permanente (PMP) por medio de la ecuación de (Silva, 1999).

$$\text{PMP} = \text{CC} * 0.595$$

El cuadro 15, se presentan los puntos de marchitez permanente de las unidades de producción agrícola, correspondientes a diferentes cultivos.

Cuadro 15. Punto de marchitez permanente (PMP) de las unidades

Unidades de producción agrícola		Lote Cultivos	Resultados %
Sisle N°1	Estación	Maíz Frijol	14.69
	Guabal	Maíz Frijol	12.16
Chagüite Grande N°1	Zanjón	Maíz Frijol	10.59
	San Gerónimo	Maíz Frijol	10.09

Fuente: Resultados de investigación

El cuadro 15 refleja el punto de marchitez permanente (PMP), donde se observa para la unidad de producción agrícola de Sisle La Estación con 14.69%, el Guabal con 12.16% y para el sector Chagüite Grande, en la Finca el Zanjón se obtuvo un 10.59%, muy cercano del valor encontrado en la finca San Gerónimo con 10.09%. Este porcentaje es el valor óptimo que el cultivo resiste sin requerir suministro de agua, lo que significa que por debajo de este rango las plantas entrarían a un estrés hídrico.

9.2.4. Indicadores intrínsecos físicos

9.2.4.1. Evaluación Visual del Suelo (EVS) de UAP

El método (EVS) o Valoración Visual del Suelo, está basado en la observación visual de importantes propiedades de la tierra que indican la calidad que esta posee: (color, estructura, consistencia, porosidad, profundidad) Estos indicadores tiene valores definidos, los que según el caso se anotan ordenadamente en una tarjeta. La calidad de la tierra es determinada exclusivamente por la valoración de

los indicadores de la tierra señalados al inicio. También se requiere conocer el historial de cultivo en una finca determinada. El conocimiento de esta información facilita la interpretación de los indicadores y obtener la calificación de ese suelo.

Cuadro 16. Indicadores físicos visuales de las unidades de producción

Indicador visual	Calificación visual	Factor	Valor
Estructura y consistencia		X 3	
Porosidad del suelo		X 2	
Color del suelo		X 2	
Número y color de moteado		X 1	
Conteo de lombrices		X 2	
Compactación		X 1	
Cobertura de suelo		X 3	
Profundidad de penetración de raíces		X 3	

Fuente: Graham (2000)

Cuadro 16 da el resultado de la evaluación visual del suelo para poder interpretar el resultado de la metodología.

Los cuadros 17 y 18 indican el índice de la calidad del suelo que dio resultado por las Unidades de Producción Agrícola.

Cuadro 17 índices de calidad visual de suelo Sisle N°1

Índice de calidad para Sisle n°1 La Estación (27) El Guabal (22)		
Evaluación de calidad de suelo	Índice de calidad de suelo	Evaluación
Pobre	<15	
Moderada	15-30	X
Buena	>30	

Fuente: Resultados de investigación

Cuadro 18. Índice de calidad de suelo Chagüite Grande N°1

Índice de calidad para Chagüite Grande n°1 Zanjón (21) San Gerónimo (17)		
Evaluación de calidad de suelo	Índice de calidad de suelo	Evaluación
Pobre	<15	
Moderada	15-30	X
Buena	>30	

Fuente: Resultados de investigación

La evaluación de calidad de suelo visual dio como resultado para Sisle moderado con un valor para la unidad de producción de la Estación de 27 y para el Guabal 22 y para Chagüite Grande N° 1 en las unidades del Zanjón 21 y san Gerónimo 17 estando en un rango moderado según la metodología utilizada elaborada por (Graham, 2000).

Las Unidades de Producción Agrícola indican suelos moderados pero los niveles son bajos indicándonos que debe subir pasar a siguiente nivel. Evaluando por primera vez estas unidades de producción y determinando el estado según valor está para Chagüite Grande que se encuentra en mejor condición comparado con Sisle n°1 en su evaluación, aunque los dos se encuentran en estado moderado.

9.3. Propiedades intrínsecas químicas

9.3.1. Capacidad de Intercambio Catiónico de UAP

Según INTA y FAO (2001), la capacidad de intercambio catiónico trata de una de las propiedades químicas más importantes y que dichos autores y estudiosos la identifican con la fertilidad del suelo. La Capacidad de intercambio catiónico (CIC) se define como la capacidad que tiene un suelo de retener y aportar los nutrientes de cargas positivas llamadas cationes.

Cuadro 19. Clasificación de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo.

Clasificación de la capacidad de intercambio catiónico		Unidades de producción agrícola			
		Sisle n°1		Chagüite Grande n°1	
Valores		La Estación	El Guabal	El Zanjón	San Gerónimo
		18.665 meq/100g	31.085 meq/100g	39.805 meq/100g	27.513 meq/100g
Muy favorable	>40 Cmol (+) / kg				
Favorable	40-20		X	X	X
Desfavorable	20 a 10	X			
Muy desfavorable	<10				

Fuente: Resultados de investigación y Dorronsoro, (2007) *modificado* por Chavarría 2013 para (Arceda y Salmerón, 2013)

La capacidad de intercambio catiónico de acuerdo a los valores encontrados de la sumatoria de la cantidad de los nutrientes Calcio, Magnesio y Potasio el total es la capacidad de intercambio catiónico, encontrando tres de las unidades el Guabal (31.085 cmol/kg), el Zanjón (39.805 cmol/kg) y San Gerónimo (27.513 cmol/kg) en estado Favorable a lo que corresponde una adecuada capacidad de retener cationes algunos de los cuales son necesarios para la alimentación de las plantas,

ya que la CIC regula la disponibilidad de nutrientes y por tanto los suelos requieren de dosis adecuadas y menos frecuentes de fertilizantes. Se considera que a mayor CIC, mayor es la fertilidad del suelo.

La unidad de producción agrícola la Estación (18.665 Cmol / kg) correspondiente a Sisle N°1 la única encontrada en estado desfavorable debido al nivel bajo de capacidad de intercambio catiónico.

9.3.2. Potencial de iones de hidrógeno pH de las unidades de producción agrícola

Parra, Fernández, Navarro, & Arquero, (2002) El pH del suelo es una medida de la concentración de iones hidrógeno (H⁺) en la disolución del suelo (expresa, por tanto, su grado de acidez o alcalinidad).

Cuadro 20. Potencial de iones de hidrógeno (pH)

Unidades de producción agrícola		pH	Muy favorable 6.7%-7.3% neutro	Favorable Pocos ácidos 5.5%-6.7% Pocos alcalinos 7.3%-8.0%	Desfavorable Ácidos 5.5%- 4.5% alcalinos 8.0%-9.0%	Muy desfavorable Muy ácidos <4.5% Muy alcalinos >9.0%
Sisle N° 1	La Estación	5.5		X		
	El Guabal	5.3			X	
Chagüite Grande N°1	El Zanjón	6.2		X		
	San Gerónimo	5.7		X		

Fuente: (Resultados la QUISA) y (Dorronsoro, 2007).

El pH de cada muestra de suelo se obtuvo a través de análisis de suelo, de los datos obtenidos se deduce que los suelos de las diferentes unidades de

producción de Sisle N°1, en la Estación presenta un pH de 5.5 ácido y El Guabal presentan pH de 5.3 ácido, ambos considerados como desfavorables.

Para Chagüite Grande N°1 El Zanjón presentando un pH 6.2 poco ácidos y para San Gerónimo con un pH 5.7 poco ácido, ambos clasificados como favorable, encontrando pH en Chagüite Grande N°1 en mejor calidad en las Unidades de Producción Agrícola que en las de Sisle N°1.

Según LABSA de la Universidad Nacional Agraria los resultados de pH de las unidades de producción son aptos para los cultivos de Maíz y Frijol, ya que los rangos de pH óptimos o favorables para frijol son de 5 a 6.8 y para el maíz los rangos óptimos de pH 5 a 7.

9.3.3. Nutrientes del suelo de las unidades de producción agrícola

Los nutrientes del suelo están divididos en Nutriente Primarios, Nutrientes Secundarios y Micronutrientes.

Cuadro 21. Nutrientes Primarios del suelo de las unidades de producción

Nutrientes primario									
UAP	Nitrógeno			Fosforo			Potasio		
	Valor	kg/mz	Nivel	Valor	Kg/mz	Nivel	Valor	Kg/mz	Nivel
La Estación	0.64%	117.81	Muy alto	49.2 pmm	90.6	Muy alto	1.35 meq/100g	969.2	Muy alto
El Guabal	0.64%	103.42	Muy alto	20.3 pmm	32.8	Medio	1.04 meq/100g	655.4	Muy alto
El Zanjón	0.64%	97.13	Muy alto	30 pmm	45.5	Alto	0.912 meq/100g	539.8	Muy alto
San Gerónimo	0.63%	111.54	Muy alto	35.9 pmm	63.6	Muy alto	0.829 meq/100g	572.4	Muy alto

Fuente: Laboratorio la QUISA.

Las unidades de producción de Sisle N°1 y Chagüite Grande los nutrientes primarios están todos en niveles:

- Muy alto N (Todas las UAP), P (La Estación y San Gerónimo), k (Todas las UAP)
- Alto P (UAP El Zanjón)
- Medio P (UAP El Guabal)

según La QUISA.

Según Guerrero (2004) los nutrientes primarios son esenciales en el ciclo de vida de la planta en las fases vegetativas, fase reproductiva y fase de maduración.

El nitrógeno está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas y en la elaboración del rendimiento. Un buen suministro de nitrógeno para la planta es importante también por la absorción de los otros nutrientes (FAO, 2002).

El Fosforo juega un papel importante en la transferencia de energía. Por eso es esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químico-fisiológicos. Es indispensable para la diferenciación de las células y para el desarrollo de los tejidos, que forman los puntos de crecimiento de la planta

El K mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Las plantas bien provistas con K sufren menos de enfermedades (FAO 2002). (FAO, 2002).

Cuadro 22. Nutrientes Secundarios del suelo

NUTIENTES SECUNDARIOS									
UAP	Calcio			Magnesio			Azufre		
	Valor	kg/mz	Nivel	Valor	kg/mz	Nivel	Valor	kg/mz	Nivel
La Estación	14.071 meq/100g	5180.4	Medio	3.459 meq/100g	764.1	Medio	8.7 pmm	16.02	Bajo
El Guabal	19.519 meq/100g	6308.5	Medio	10.526 meq/100g	2041.2	Medio	16.3 pmm	26.34	Bajo
El Zanjón	27.61 meq/100g	8380.3	Alto	11.283 meq/100g	2054.8	Alto	11.7 pmm	17.76	bajo
San Gerónimo	19.758 meq/100g	6996.5	Medio	6.626 meq/100g	1407.8	Medio	24.5 pmm	43.38	Medio

Fuente: Laboratorio La QUISA

El cuadro 22, Según LAQUISA, el Calcio para la Estación, el Guabal y San Gerónimo en nivel Medio y para el Zanjón en nivel Altos, el Magnesio en las unidades de producción agrícola la Estación, el Guabal y San Gerónimo su nivel es medio en cambio en Zanjón su nivel de magnesio es alto, la Estación se encuentra bajo el Azufre, al igual que el Guabal y el Zanjón y en San Gerónimo en nivel medio.

Para Guerrero (2004) al encontrar los niveles bajos de Azufre en las unidades de la Estación, el Guabal y el Zanjón los cultivos presentaron síntomas visuales son parecidos a los de deficiencia de N, ya que presenta clorosis general debido a la inmovilidad o la deficiencia de este elemento los síntomas aparecen primero en las hojas jóvenes.

El cuadro 23, muestra los niveles de los micronutrientes de las Unidades de Producción Agrícola estudiadas.

Cuadro 23. Micronutrientes del suelo

Micronutrientes									
UAP	Hierro			Cobre			ZINC		
	Valor	kg/mz	Nivel	Valor	kg/mz	Nivel	Valor	kg/mz	Nivel
La Estación	101.5 pmm	186.8	Muy Alto	5.3 pmm	9.76	Medio	3.5 pmm	6.4	Medio
El Guabla	118.4 pmm	191.3	Muy Alto	1.7 pmm	2.75	Medio	2.3 pmm	3.7	Bajo
El Zanjón	89.2 pmm	135.4	Medio	4.7 pmm	7.13	Medio	1.5 pmm	2.3	Bajo
San Gerónimo	110 pmm	194.8	Muy Alto	2.6 pmm	4.60	Bajo	2.5 pmm	4.4	Bajo

Fuente: Laboratorio La QUISA

Micronutrientes						
UAP	Manganeceio			Boro		
	Valor	kg/mz	Nivel	Valor	kg/mz	Nivel
La Estación	33.8 pmm	62.2	Medio	0.5 pmm	0.92	Medio
El Guabla	15.7 pmm	25.4	Medio	0.5 pmm	0.81	Medio
El Zanjón	45.4 pmm	68.9	Medio	0.4 pmm	0.61	Medio
San Gerónimo	23 pmm	40.7	Medio	0.5 pmm	0.89	Medio

Fuente: Laboratorio La QUISA

En las unidades de producción agrícola de Sisle n°1 la Estación y el Guabal los micronutrientes en niveles considerable bueno ya que sus niveles están en muy alto y medio excepto el zinc en la unidad El Guabal que está en un nivel bajo.

Chagüite Grande N°1 las unidades de producción agrícola los micronutrientes en el zanjón el hierro, cobre, manganeso y boro se encuentra en niveles Medio y el zinc en un nivel Bajo, en san Gerónimo el hierro se encontró en nivel Muy Alto el cobre y el zinc en niveles Bajo y manganeso y boro en nivel Medio.

El zinc encontrado en niveles bajo en tres de las unidades de producción este puede presentar síntomas visuales en los cultivos según Guerrero (2004), los síntomas corresponden a una clorosis localizada entre las venas de las hojas más viejas que suelen iniciar en el ápice de la hoja y en los bordes, retardo de crecimiento en las hojas más pequeñas y entre nudos más cortos y el síntoma más fácil de reconocer es la irregularidad de las hojas.

Cobre se encuentra bajo puede producir una necrosis en el ápice de las hojas jóvenes que progresa a lo largo de la hoja, enrollando los bordes, las hojas pueden producir clorosis y pueden producirse la muerte de los brotes jóvenes.

9.4. Propiedades intrínsecas biológicas de las unidades de producción agrícola

Cuadro 24. Contenido de Materia Orgánica valores de muy favorable a muy desfavorable.

Muy favorable	>5%
Favorable	5%-2%
Desfavorable	2%-1%
Muy desfavorable	<1%

Dorronsoro (2007), modificado por Chavarría (2013) para Arceda y Salmerón, 2013)

Cuadro 25 representa el contenido de materia orgánica de los suelos de las unidades de producción agrícola.

Cuadro 25. Contenido de materia orgánica de los suelos de las unidades

UAP	Materia orgánica	Nivel
La Estación	2.84%	Favorable
El Guabal	2.73%	Favorable
El Zanjón	2.73%	Favorable
San Gerónimo	2.63%	Favorable

Fuentes. Laboratorio (La QUISA)

De los datos reflejados en la tabla anterior se deduce que los suelos de los diferentes Unidades de Producción Agrícola presentan contenidos de materia orgánica entre 5 a 2 %, que según Dorronsoro (2007), correspondería a condiciones Favorables (F) y para La QUISA se encuentra en nivel Medio.

9.5. Evaluación de la situación económica de las unidades de producción agrícola

9.5.1. Factores económicos (Producción)

9.5.1.1. Tamaño de las unidades de producción

El Cuadro representas el área de cada unidad estudiada de las Unidades de Producción Agrícola.

Cuadro 26. Tamaños de las unidades de producción

unidades Producción Agrícola		Extencion de superficie de suelo	
		Manzanas	Hectáreas
Sisle n°1	La Estacion	5	3,5
		5	3.5
	El Guabal	5	3.5
		5	3.5
Chaguite Grande N°1	El Zanjon	5	3.5
		5	3.5
	San Geronimo	5	3.5
		5	3.5

Fuente: Resultado de investigación

Los datos relacionados al tamaño de las fincas se obtuvieron a través de entrevistas realizadas a los propietarios de las unidades de producción. Por lo consiguiente se deduce que la superficie total para las Unidades de Producción Agrícolas de 5 (manzanas) mz

9.5.1.2. Rendimientos productivos

Rendimiento refiere a la proporción que surge entre los medios empleados para obtener algo y el resultado que se consigue. El beneficio o el provecho que brinda algo o alguien también se conocen como rendimiento (Cuadros, Pacheco, Cartes y Contreras, 2012).

Cuadro 27. Rendimientos productivos Maíz (*Zea mays* L.) y Frijol (*Phaseolus vulgaris*).

unidades Producción Agrícola		Extensión de superficie de suelo		Promedio QQ	Requerimiento por cultivo por Manzana	
		Manzanas	Hectáreas		Maíz	Frijol
Sisle N°1	La Estación	1	0.7	28	45 a 60 qq / mz Guia tecnológica del maíz (INTA)	35 a 45 qq / mz Guia técnica para el cultivo del frijol (IICA- RED SICTA- COSUDE)
		1	0.7	21		
	El Guabal	1	0.7	27		
		1	0.7	18		
Chagüite Grande N°1	El Zanjón	1	0.7	35		
		1	0.7	25		
	San Gerónimo	1	0.7	30		
		1	0.7	22		

Fuente: Resultados de investigación

Con los resultados obtenidos sobre la producción de maíz y frijol, estos rubros de las unidades producción están por debajo de los rendimientos óptimos establecido por las guías tecnológicas y técnica de los cultivos.

9.5.1.3. Costo de producción

Para todo individuo realizar una acción o dejar de realizarla tiene un costo, ya sea monetario, de tiempo, etc. De igual forma para quien está a cargo de todo proceso productivo. Los costos de producción engloban tanto los costos variables como los costos fijos. En los costos variables, están los insumos, la mano de obra, entre otros. La preparación de suelos, el acceso o uso de agua, las instalaciones como el mismo suelo, las instalaciones de riego, etc. son considerados costos fijos.

Los cuadros 28 y 29 muestran los gastos por costos de producción por manzana de maíz (*Zea mays L.*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*).

Cuadro 28. Costos de producción para una manzana de extensión de superficie de suelo de Frijol (*Phaseolus vulgaris*).

Actividades	Mano de obra			Insumos			Total C\$
	D/H	Costo unitario C\$	Costo total C\$	Cantidad	Costo unitario C\$	Costo total C\$	
Compra de sacos				30	12	360	360
Bolsa de semilla 80lbs				1	1500	1500	1500
Limpia de terreno	8	150	1200				1200
Siembra	8	150	1200				600
18-46-0 (aplicación y compra)	1	150	150	2qq	870	1740	1890
20-20-20	3	150	450	6KG	150	900	1350
Baifolan	3	150	450	6kg	200	1200	300
Cosecha (arranque y aporreo)	8	150	1200				1200
Fuente. Entrevista por productores de gastos por cultivos						Total de gastos	8040

El cuadro 29. Costos de producción para una manzana de extensión de superficie de suelo de Maíz (*Zea mays L.*)

actividades	Mano de obra			Insumos			total C\$
	D/h	Costo unitario c\$	Costo total c\$	Cantidad	Costo unitario c\$	Costo total C\$	
compra de sacos				40	15	600	600
Bolsa de semilla 25lbs				1	950	950	950
limpia de terreno	8	150	1200				1200
siembra	4	150	600				600
urea (aplicación y compra)	1	150	150	2qq	550	1100	1250
completo (aplicación y compra)	1	150	150	2qq	650	1300	1450
sipermetrina (aplicación y compra)	2	150	300	1000mg	100		400
cosecha (tapisca, destus e y desgrane)	10	150	1500				1500

Estos son los costos de producción de las unidades de producción para el cultivo de maíz los gastos son de C\$ 6,550 y para el frijol son mayores sobre pasándolo los costos de producción del maíz con C\$ 2,140 con un total de C\$ 8,690.

9.5.1.4. Egresos productivos de las unidades de producción agrícola

Es la inversión bruta o formación bruta de capital. Incluye la reposición de los bienes de capital desgastados durante el proceso productivo (Scalone, 2008). Se conoce como egreso a todo aquello que egresa o sale de un lugar o espacio determinado. El término hace referencia específicamente al dinero que se utiliza en un negocio o acción monetaria para pagar determinados gastos y que por lo tanto no puede ser contado como ganancia (Diccionario ABC, 2007).

Cuadro 30. Egresos productivos de las unidades de producción

unidades Producción Agrícola		Cultivos	Promedio QQ	Egresos C\$
Sisle n°1	La Estación	Maíz	28	7950 Maíz
		Frijol	21	
	El Guabal	Maíz	27	
		Frijol	18	
Chagüite Grande N°1	El Zanjón	Maíz	35	8040 Frijol
		Frijol	25	
	San Gerónimo	Maíz	30	
		frijol	22	

Fuente: Resultados de investigación.

Los egresos vienen siendo los gastos o costos de la producción de las unidades agrícolas representa los mis datos para el frijol de C\$ 8,690 y para maíz C\$ 6,550.

9.5.1.3. Ingresos productivos brutos.

Entendemos por ingresos a todas las ganancias que ingresan al conjunto total del presupuesto de una entidad, ya sea pública o privada, individual o grupal. En términos más generales, los ingresos son los elementos tanto monetarios como no Monetarios que se acumulan y que generan como consecuencia un círculo de consumo-ganancia (Scalone, 2008).

Cuadro 31. Ingresos brutos de las unidades de producción agrícola.

unidades Producción Agrícola		Cultivos	Promedio QQ	precio por quintal C\$	Ingreso Neto C\$
Sisle n°1	La Estación	Maíz	28	500	14000
		Frijol	21	1000	21000
	El Guabal	Maíz	27	500	13500
		Frijol	18	1000	18000
Chagüite Grande N°1	El Zanjón	Maíz	35	500	17500
		Frijol	25	1000	25000
	San Gerónimo	Maíz	30	500	15000
		frijol	22	1000	22000

Fuente: Resultados de investigación.

9.5.1.4. Rentabilidad de los cultivos de las unidades

Es un término general que mide la ganancia que puede obtenerse en una situación particular. Es el denominador común de todas las actividades productivas. Se hace necesario introducir algunos parámetros a fin de definir la rentabilidad. En general, el producto de las entradas de dinero por ventas totales

(V) menos los costos totales de producción sin depreciación (C) dan como resultado el beneficio bruto (BB) de la compañía (FAO, 1998).

Cuadro 32. Rentabilidad de las unidades agrícola

unidades Producción Agrícola		Cultivos	Promedio QQ	Ingreso C\$	Egresos C\$	Rentabilidad C\$
Sisle n°1	La Estación	Maíz	28	14000	7950	6050
		Frijol	21	21000	8040	12960
	El Guabal	Maíz	27	13500	7950	5550
		Frijol	18	18000	8040	9960
Chagüite Grande N°1	El Zanjón	Maíz	35	17500	7950	9550
		Frijol	25	25000	8040	16960
	San Gerónimo	Maíz	30	15000	7950	7050
		Frijol	22	22000	8040	13960

Fuente: Resultados de investigación.

La rentabilidad de los rubros anda entre el 70% y el 90% en el cultivo del maíz y el frijol más del 100% de ganancias por los rubros para las unidades de producción en criterios económicos los datos no son los deseados ya que los cultivos pueden alcanzar mayor producción según la guía tecnológica y técnica de maíz y frijol.

X. CONCLUSIONES

Los parámetros propiedades extrínsecas (relieve) Pendiente (%), se encuentran en condicione Favorable con respecto a los cultivos. Las Propiedades extrínsecas climatológicas, con respecto a los cultivos en las unidades producción agrícola se encuentra en condiciones adecuadas. Por lo que se puede concluir que los sistemas de producción son los indicados. Determinando el estado favorable de esta propiedad Se rechaza la hipótesis de investigación H1.

Se logró determinar que dentro de las propiedades intrínsecas físicas en estado favorable. Los parámetros intrínsecos físicos visuales en estado Moderado. Las propiedades intrínsecas químicas, encuentran en estado o niveles adecuados para las unidades de producción agrícola a excepción de los elementos S en la Unidad la Estación, en el Guabal y el Zanjón encontrándolo bajos, el Zn bajo en el Guabal, Zanjón y san Gerónimo, el Cu se encuentra bajo en UAP San Gerónimo. Propiedad intrínseca biológica, la Materia Orgánica encontrándose en un estado favorable en un nivel Favorable. Por lo que las unidades de producción evaluadas en lo general se encuentran en condiciones aceptables y productivas. En base a lo cual se rechaza parcialmente la hipótesis de investigación H2.

La situación económica en las unidades de producción agrícola con relación a los cultivos que se establecen (maíz y frijol) y los índices productivos obtenidos de estos, en los últimos tres años, se encuentran por debajo de los rendimientos óptimos. Alcanzando rentabilidad entre el 50% y el 60% respectivamente. Se rechaza la hipótesis de investigación H3.

XI. RECOMENDACIONES

Evitar la degradación de las propiedades (extrínsecas e intrínsecas) del suelo de las unidades de producción agrícola aplicando la propuesta Agricultura de Conservación de Suelo y Agua (ASA), para desarrollo sostenible de la agricultura, en sentido amplio mejorar los ingresos de los productores y productoras, la calidad del medio ambiente y la calidad de vida para las generaciones presentes y futuras, conservar, mejorar y hacer un uso más eficiente de los recursos naturales a través del manejo integrado del suelo, el agua y los recursos biológicos disponibles, a los que se suman insumos externos. Esto contribuye a la conservación del ambiente, así como también a una producción mejorada y sostenible.

A los productores se les recomienda implementar un plan de fertilización orgánico del suelo, para evitar la degradación de las las propiedades para mejorar las concentraciones de los nutrientes del suelo (nutrientes primarios, nutrientes secundarios y micronutrientes).

A la Universidad, Organismos Nacionales y Ministerios con mandato en la Protección y Conservación de Recursos Naturales se les recomienda realizar estudio de evaluación de la potencialidad de las propiedades del suelo en otras comunidades del sitio Ramsar Apanás, que permita comparar las propiedades intrínsecas y extrínsecas del suelo para formular propuestas de un uso apropiado de los recursos naturales, que sirva de modelo para los demás productores dando respuestas a sus propios problemas.

Los propietarios de las UAP logren la diversificación con especies que se adecuen a las condiciones agroecológicas de las parcelas para aprovechar todo el potencial de nutrientes y materia orgánica con el que cuentan y Realizar convenios productores-universidades para realización de prácticas de establecimiento de la Agricultura de Conservación de Suelo y Agua, así tener un doble beneficio.

XII. BIBLIOGRAFÍA

Acuña y Lemuel (2007). Estado actual del recurso suelo y análisis de escenarios de uso de la tierra en la micro cuenca Las Marías, municipio de Telica. León, Nicaragua. UNAFARENA. Revista La Calera No. 7.

Aguilar, J y Ortiz, R. (1992). Metodología de capacidad de uso agrícola de los suelos. III Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Pamplona. España.

Aguilera, C; Montalvo, C y Martínez, E (1990). Relaciones Agua, Suelos, Planta y Atmósfera. Departamento de Enseñanza Investigación y Servicio en Irrigación. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 321p

Aguirre, C; Avilés, A; Davis, W y Domínguez, M (2007). Identificación y evaluación de indicadores técnicos y locales de calidad de suelo en el municipio de Nandaime. Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, FAREM-UNA. Revista La Calera. No 7.

Altieri, M., & Nicholls, C. (2001). Sistemas Agroecológicos rápidos de evaluación de cantidad de suelos y salud en cultivos en agro ecosistema de café.

Alvarado, A. (1985). El origen de los suelos. Turrialba, Costa Rica: CATIE.

Álvarez, M (2006). El césped y las plantas cubren suelos. 19 p.

Arias A (1998). Suelos tropicales. Universidad Estatal Distancia. Edición San José, Costa Rica. 168 pp.

Arceda Enrique, Salmerón Guillermo (2013). Evaluación de la potencialidad de los suelos en sistemas productivos en la parte alta y media, Río Cálico, San Dionisio, II Semestre 2013. Matagalpa: UNAN FAREN MATAGALPA

Avila, J. (1998). El suelo como elemento ambiental, perspectiva territorial y urbanística. Bilbao: Universidad de Deusto

Badía, D. 2011. iARASOL, programa interactivo para el estudio y clasificación de suelos de Aragón (<http://www.suelosdearagon.com/>)

Baker, D (2009). Canales de la comercialización y distribución física de los productos. Texas Christian University. Consultado en syscomerubenmunoz.files.wordpress.com/.../celtem-part-i-adm-canales-s.

CRS, P. U. (2014). Agricultura de conservacion. Guia para teinicos. NICARAGUA.

Cuadros, J; Pacheco, Cartes y Contreras, E (2012). Elementos conceptuales y aplicaciones de microeconomía para la evaluación de proyectos.

CENAGRO (2013). Uso potencial de la tierra Compendio de mapas MAGFOR-INETER.IV censo nacional agropecuario. Managua, Nicaragua. ISBN: 978-99924-992 – 1- 4.

Chavarría, D y Torres, M (2011). Evaluación de la calidad de suelo y diversidad de macro fauna en sistemas agroforestales en cacao y fragmento de bosques, Waslala, RAAN, Nicaragua. Matagalpa. UNAN MANAGUA – FAREN MATAGLAPA

Dassis, E (2005). Municipalidad de tres arroyos. Manual de educación vial. Primera edición 9 a 12. Consultado de www.transitemosmejor.com.ar/Definiciones%20texto.....htm.

Delgadillo, W., & Rugama, N. (2011). Desarrollo y Validación de metodología práctica para estimar la pérdida de suelo por erosión hídrica en los cultivos de frijol de apante y café en el municipio de El Cuá, Jinotega 2011-2012. Matagalpa: UNAN MANGUA FAREM MATA GALPA.

Diccionario ABC (2007). Definición de finca. <http://www.definicionabc.com/general/finca.php#ixzz2c8xxqnsJ>

Diccionario ABC (2007). Definición de Egreso. Economía. <http://www.definicionabc.com/general/egreso.php#ixzz2c9DVgEzX> Los egresos son todos los costos de producción de la unidad productiva.

Dorronsoro, C. (2007). Soil evaluation. The role of the soll science in the land evaluation.

Consultado de: <http://edafologia.ugr.es/comun/confere.htm>.

FAO (1998). Ingeniería económica aplicada a la industria pesquera.

FAO/INAFOR/INTA. (2002). Guía de evaluación visual de suelos. Guía de campo. vol. (1).

FAO/ IFA. (2002). World Fertilizer use Manual. Página Web: <http://www.fertilizer.org>, también disponible en versión CD.

Foth, H (1987). Fundamentos de la ciencia del suelo. Compañía editorial continental, S.A de C.V. Caiz. De Tlalpan numero 4620 ez, D.F 433 P.

Franklin, H; Parra, J; Carreño, L y Cofra, J. (2007). Nicaragua: Análisis ambiental del país.VPC/cid seria de estudios económicos y sectoriales cid-07-008. Banco Interamericano de Desarrollo

Goodenough wh (2003). In pursuit of culture. Annual Review of Anthropology.

Gómez, A (2004). Aristóteles: ética Nico maquea, política. Editorial Porrúa México, DF

González, J (1996). Manual de fertilidad de los suelos

KARLA MENDOZA BOLAÑOS. Msc. en Agroforestería. (INTA-PN); RONALD TORRES. Ing. Agrónomo (INTA-PN); OSMAR REYES. Ing. Agroecología Asistente de proyecto de investigación Departamento de Agroecología UNAN-León; XIOMARA CASTILLO. Doctora en Edafología. Docencia en el departamento de agroecología. UNAN-León; EDGAR PENTZKE. Ing Agrónomo (CIAN); CARLOS OVIEDO Ing. Agrónomo (CIAN). (2012) Guía sobre la fertilización de suelo.

Guy Sela, CEO de SMART! Software de gestión de fertilizantes y un experto internacional en nutrición de plantas e irrigación.

Gliessman, S (1998). Agroecología, procesos ecológicos en agricultura sostenible.

Gleissman, S. (2002). Agroecología: Procesos Ecológicos en agricultura sostenible. Costa Rica: LITOCAT

Graham Shepherd T. G. La Valoración de Visual del Suelo. Horizons.mw & Landcare Research, Palmerston north, pg 84.

Henriquez, H y Cabalceta, G. (1999). Guía práctica para el estudio introductorio de los suelos con un enfoque agrícola. 1ra Edición. San José Costa Rica: ACC.111 pp.

Inta (2010) Guía técnica del cultivo del frijol

Inta (2012) Guía tecnológica del cultivo de maíz

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales/Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censos (INETER), (2003). Datos climatológicos. Jinotega-Apanás, Nicaragua.

JUMP, J. R. (2017). Evaluacion visual del suelo.

Kohen, E., R. Santus y J. G. Hirschberg (1995). Photobiology. Academic Press, London

Larousse, (2006). Diccionario enciclopédico. Editorial S.L. Barcelona. Nuria Luceana Cayuela. 395 pp.

MAGFOR. (2003). Estudio de cuencas hidrográficas de la región del norte (Matagalpa, Jinotega). Matagalpa-Jinotega.

Morera, F; Huising, E y Bignell, D (2008). Manual de biología de suelos tropicales. Muestreo y caracterización de la biodiversidad bajo suelo.

Navarro, A. (2005). Descripción de perfiles. Información general acerca del suelo. Pedregosidad y afloramientos rocosos. Mexico.

Navarro, G. (2003). Química agrícola. Madrid

Núñez, J. (2000). Fundamentos de edafología. San José: EUNED.

OMM. (2006). Clima y degradación de las tierras. Organización Meteorológica Mundial

Ortiz V. B. Ortiz S. C.A. (1990). Edafología. Editorial V. Gómez Cueva. Universidad Autónoma de Chapingo. Carretera México Texacoco Km 38.5. 394 pp

PNUMA (2003). Manejo Sustentable de los Recursos Naturales en América Latina y el Caribe: Oportunidades y Desafíos de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Cooperación. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

Paola Silva C., E. A. (2000). Manual de estudio y ejercicios. Chile: ANTUMAPU, PRIMAVERA 2000.

Pacheco,B,O. (2000). Medidas de conservación para suelos potencialmente erosionables de relieve llano ha ondulado. Tesis en opción al título de Master en Fertilidad del Suelo, 50 pp

PASOLAC (1999). Guía de Conservación de Suelos y Agua”, Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas en América Central (PASOLAC).

Piedrahita Oscar. (2012). Conversion de unidades del suelo

Parajon y Martinez. (2013). Evaluacion de la pontencialidad de suelo de sistemas productivos agricolas. Matagalpa.

Reyes, O. (2010). Caracterización del estado actual del suelo en Nicaragua.

Riverol, M. (1985). La erosión potencial de los suelos de Cuba y los métodos para su mapificación. Tesis para optar por el grado de Doctor en Ciencias Agrícola. C. Habana 120 pp.

Scalone M (2008). Definición de algunos conceptos técnicos y económicos. Curso de introducción al análisis rural. Universidad de la Republica Faculta de ingeniería Instituto de Agrimensura. www.fing.edu.uy/ia/departamento20legal/Apuntes/glosario.pdf

Sánchez, F (2008). La luz como factor ecológico y evolutivo para las plantas y su interacción con el agua.

SEMARNAT (2003). Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. El suelo. Consultado www.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/448/9.pdf.

Silvestre, J (1996). Fundamentos de economía. Tercera edición.

Suárez, F. (1979). Conservación de suelo. IICA.

Valdivia, G. (2008). Enfoque descriptivo y experimental en estudios. Universidad Católica de Chile.

Villalobos, F; Mateos, L; Orgaz, F y Fererres, E (2002). Fitotecnia: Bases y tecnologías de la producción agrícola. Ed. Mundi-Prensa, Madrid. CAA.

Williams, J y Srinivasan, R (1991). Predicción de la erosión hídrica y eólica del suelo. www.fao.org/docrep/t2351s/t2351s03.htm.

XIII. ANEXOS

Anexo N° 1. Cronograma de actividades

Actividades	Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Selección del tema				X																				
Inscripción del tema										X														
Revisión de literatura											X													
Antecedentes y justificación											X													
Planteamiento del problema, objetivos e hipótesis											X													
Diseño metodológico												X												
Entrega del primer borrador													X											
Revisiones																	X							
Correcciones																		X						
Entrega del segundo borrador																			X					

Recolección de datos en campo		X			X				X		X		X											
Procesamiento de la información														X	X	X								
pre defensa																					X			
Correcciones																						X		
Entrega del informe final																						X		
Defensa final																						X		

Anexo N° 2. Guía de calificación de suelo

Evaluar indicadores de la potencialidad de suelos y su efecto socioeconómico en unidades productivas en las comunidades, Chagüite Grande N°1, Y Sisle N°1, municipio Jinotega, departamento de Jinotega, I semestre 2017.

TARJETA DE CALIFICACION

Indicadores de calidad de suelos

PROPIETARIO:

FINCA: _____ LOTE: _____

LOCALIZACION: X _____ Y: _____ Z: _____

COMUNIDAD: _____ COMARCA: _____

MUNICIPIO: _____ DEPARTAMENTO: _____

FECHA: _____ EVALUADOR (s): _____

TEXTURA DEL SUELO: Arenoso _____ Arcilloso _____ Limoso _____
Franco _____ Otro _____

HUMEDAD PRESENTE: Seco __ Ligeramente húmedo __ Húmedo __ Muy
húmedo __ Mojado __

CONDICIONES CLIMATICAS: Seco __ Lluvioso __ Canícula _____

Indicador visual	Calificación visual	Factor	Valor
Estructura y consistencia		X 3	
Porosidad del suelo		X 2	
Color del suelo		X 2	
Número y color de moteado		X 1	
Conteo de lombrices		X 2	
Compactación		X 1	
Cobertura de suelo		X 3	
Profundidad de penetración de raíces		X 3	
INDICE DE CALIDAD			
EVALUACION DE CALIDAD DE SUELO		INDICE DE CALIDAD DE SUELO	
Pobre		<15	
Moderada		15-30	
Buena		>30	

Anexo N° 3. Resultados de los análisis de suelo de las unidades de producción agrícola.

Evaluar indicadores de la potencialidad de suelos y su efecto socioeconómico en unidades productivas en las comunidades, Chagüite Grande N°1, Y Sisle N°1, municipio Jinotega, departamento de Jinotega, I semestre 2017.

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente: CRS/FAREM/MATAGALPA
Dirección: Stereo Yes 1 cuadra al oeste/Matagalpa
Nombre muestra: Productor: Eriberto Herrera,
Descripción muestra: Suelo

Lugar muestreo: Finca: La Estación
Munic./Depto.: Jinotega/Jinotega
Fecha muestreo: 13/07/2016

Fecha ingreso: 03/08/2016
Ref. laboratorio: Su-5018-16
Número de muestreo:

Fecha informe: 16/08/2016
Muestreado por: Cliente

Análisis	Unidad	Resultado
pH	-	5.5
pH(KCl)	-	4.8
Materia Orgánica	%	12.84
Nitrógeno	ppm	0.64
Fósforo	ppm	49.2
Sodio	meq/100g	0.104
Potasio	meq/100g	1.135
Calcio	meq/100g	14.071
Magnesio	meq/100g	3.459
Hierro	ppm	101.5
Cobre	ppm	5.3
Zinc	ppm	3.5
Manganeso	ppm	33.8
Boro	ppm	0.5
Azufre	ppm	8.7
Aluminio Intercambiable	meq/100g	<0.1
Densidad Aparente	g/ml	1.21
Arcilla	%	32.64

LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida.
 Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado por LAQUISA



[Handwritten signature of Benito Zapata Amaya]

Lic. Benito Zapata Amaya
 Gerente General

[Handwritten signature of Julio César Barrera Berrios]

Lic. Julio César Barrera Berrios
 Responsable de Suelo

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente: CRS/FAREM/MATAGALPA
Dirección: Stereo Yes 1 cuadra al oeste/Matagalpa
Nombre muestra: Productor: Eriberto Herrera,
Descripción muestra: Suelo

Lugar muestreo: Finca: La Estación
Munic./Depto.: Jinotega/Jinotega
Fecha muestreo: 13/07/2016

Fecha ingreso: 03/08/2016
Ref. laboratorio: Su-5018-16
Número de muestreo:

Fecha informe: 16/08/2016
Muestreado por: Cliente

Análisis	Unidad	Resultado
Limo	%	34.92
Arena	%	32.44
Textura	-	Franco Arcilloso
Ca+Mg/K	-	15.44
Ca/Mg	-	4.07
Ca/K	-	12.40
Mg/K	-	3.05

*LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida.
 Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado por LAQUISA*



[Signature of Benito Zapata Amaya]

Lic. Benito Zapata Amaya
 Gerente General

[Signature of Julio César Barrera Berrios]

Lic. Julio César Barrera Berrios
 Responsable de Suelo

Página 34 de 58

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente: CRS/FAREM/MATAGALPA
Dirección: Stereo Yes 1 cuadra al oeste/Matagalpa
Nombre muestra: Productor: Pablo Roberto Picado,
 Profundidad: 20 cm

Lugar muestreo: Finca: Guabal
Munic./Depto.: Jinotega/Jinotega
Fecha muestreo: 14/07/2016

Descripción muestra: Suelo

Fecha informe: 16/08/2016
Muestreado por: Cliente

Fecha ingreso: 03/08/2016
Ref. laboratorio: Su-5020-16
Número de muestreo:

Análisis	Unidad	Resultado
pH	-	5.3
pH(KCl)	-	4.6
Materia Orgánica	%	12.73
Nitrógeno	ppm	0.64
Fósforo	ppm	20.3
Sodio	meq/100g	0.320
Potasio	meq/100g	1.040
Calcio	meq/100g	19.519
Magnesio	meq/100g	10.526
Hierro	ppm	118.4
Cobre	ppm	1.7
Zinc	ppm	2.3
Manganeso	ppm	15.7
Boro	ppm	0.5
Azufre	ppm	16.3
Aluminio Intercambiable	meq/100g	<0.1
Densidad Aparente	g/ml	1.23

LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida.
 Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado por LAQUISA



[Signature of Benito Zapata Amaya]

Lic. Benito Zapata Amaya
 Gerente General

[Signature of Julio César Barrera Berrios]

Lic. Julio César Barrera Berrios
 Responsable de Suelo

Página 37 de 58



LABORATORIOS QUIMICOS S.A.
LAQUISA

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente: CRS/FAREM/MATAGALPA
Dirección: Stereo Yes 1 cuadra al oeste/Matagalpa
Nombre muestra: Productor: Pablo Roberto Picado,
Profundidad: 20 cm

Lugar muestreo: Finca: Guabal
Munic./Depto.: Jinotega/Jinotega
Fecha muestreo: 14/07/2016

Descripción muestra: Suelo

Fecha informe: 16/08/2016
Muestreado por: Cliente

Fecha ingreso: 03/08/2016
Ref. laboratorio: Su-5020-16
Número de muestreo:

Análisis	Unidad	Resultado
Arcilla	%	23.64
Limo	%	33.92
Arena	%	42.44
Textura	-	Franco
Ca+Mg/K	-	28.89
Ca/Mg	-	1.85
Ca/K	-	18.77
Mg/K	-	10.12

*LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida.
Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado por LAQUISA*



Lic. Benito Zapata Amaya
Gerente General

Lic. Julio César Barrera Berrios
Responsable de Suelo

Página 38 de

Carretera León - Managua Km. 83
Apartado 154 - León, Nicaragua
laquisa@gmail.com

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente: CRS/FAREM/MATAGALPA

Lugar muestreo: No Especificado

Dirección: Stereo Yes 1 cuadra al oeste/Matagalpa

Munic./Depto.: Jinotega/Jinotega

Nombre muestra: Productor: Eddy Estrada, Profundidad: 20 cm, Comunidad: Chaguite Grande

Fecha muestreo:

Descripción muestra: Suelo

Fecha informe: 16/08/2016

Fecha ingreso: 03/08/2016

Muestreado por: Cliente

Ref. laboratorio: Su-5019-16

Número de muestreo:

Análisis	Unidad	Resultado
pH	-	6.2
pH(KCl)	-	5.5
Materia Orgánica	%	12.73
Nitrógeno	ppm	0.64
Fósforo	ppm	30.0
Sodio	meq/100g	0.420
Potasio	meq/100g	0.912
Calcio	meq/100g	27.610
Magnesio	meq/100g	11.283
Hierro	ppm	89.2
Cobre	ppm	4.7
Zinc	ppm	1.5
Manganeso	ppm	45.4
Boro	ppm	0.4
Azufre	ppm	11.7
Aluminio Intercambiable	meq/100g	<0.1
Densidad Aparente	g/ml	1.21

LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida.
 Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado por LAQUISA



[Firma manuscrita de Benito Zapata Amaya]

Lic. Benito Zapata Amaya
Gerente General

[Firma manuscrita de Julio César Barrera Berrios]

Lic. Julio César Barrera Berrios
Responsable de Suelo

Página 35 de 58

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente: CRS/FAREM/MATAGALPA
Dirección: Stereo Yes 1 cuadra al oeste/Matagalpa
Nombre muestra: Productor: Eddy Estrada, Profundidad: 20 cm, Comunidad: Chaguite Grande
Descripción muestra: Suelo
Fecha ingreso: 03/08/2016
Ref. laboratorio: Su-5019-16
Número de muestreo:

Lugar muestreo: No Especificado
Munic./Depto.: Jinotega/Jinotega
Fecha muestreo:
Fecha informe: 16/08/2016
Muestreado por: Cliente

Análisis	Unidad	Resultado
Arcilla	%	16.64
Limo	%	37.92
Arena	%	45.44
Textura	-	Franco
Ca+Mg/K	-	42.65
Ca/Mg	-	2.45
Ca/K	-	30.27
Mg/K	-	12.37

*LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida.
 Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado por LAQUISA*



[Firma manuscrita]

Lic. Benito Zapata Amaya
 Gerente General

[Firma manuscrita]

Lic. Julio César Barrera Berrios
 Responsable de Suelo

Página 36 de 58

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente: CRS/FAREM/MATAGALPA

Lugar muestreo: Finca: San Geonimo

Dirección: Stereo Yes 1 cuadra al oeste/Matagalpa

Munic./Depto.: Jinotega/Jinotega

Nombre muestra: Productor: Silvio Estrada, Profundidad: 20 cm

Fecha muestreo: 15/07/2016

Descripción muestra: Suelo

Fecha informe: 16/08/2016

Fecha ingreso: 03/08/2016

Muestreado por: Cliente

Ref. laboratorio: Su-5023-16

Número de muestreo:

Análisis	Unidad	Resultado
pH	-	5.7
pH(KCl)	-	4.9
Materia Orgánica	%	12.63
Nitrógeno	ppm	0.63
Fósforo	ppm	35.9
Sodio	meq/100g	0.276
Potasio	meq/100g	0.829
Calcio	meq/100g	19.758
Magnesio	meq/100g	6.926
Hierro	ppm	110.0
Cobre	ppm	2.6
Zinc	ppm	2.5
Manganeso	ppm	23.0
Boro	ppm	0.5
Azufre	ppm	24.5
Aluminio Intercambiable	meq/100g	<0.1
Densidad Aparente	g/ml	1.20

LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida.

Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado por LAQUISA



[Signature of Benito Zapata Amaya]

Lic. Benito Zapata Amaya
Gerente General

[Signature of Julio César Barrera Berrios]

Lic. Julio César Barrera Berrios
Responsable de Suelo

Página 43 de 58

Carretera León - Managua Km. 83
 Apartado 154 - León, Nicaragua
 laquisa@gmail.com

INFORME DE ANÁLISIS

Ciente: CRS/FAREM/MATAGALPA

Lugar muestreo: Finca: San Geonimo

Dirección: Stereo Yes 1 cuadra al oeste/Matagalpa

Munic./Depto.: Jinotega/Jinotega

Nombre muestra: Productor: Silvio Estrada, Profundidad: 20 cm

Fecha muestreo: 15/07/2016

Descripción muestra: Suelo

Fecha informe: 16/08/2016

Fecha ingreso: 03/08/2016

Muestreado por: Cliente

Ref. laboratorio: Su-5023-16

Número de muestreo:

Análisis	Unidad	Resultado
Arcilla	%	16.64
Limo	%	31.92
Arena	%	51.44
Textura	-	Franco Arenoso
Ca+Mg/K	-	32.19
Ca/Mg	-	2.85
Ca/K	-	23.83
Mg/K	-	8.35

LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida.
Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado por LAQUISA




Lic. Benito Zapata Amaya
Gerente General



Lic. Julio César Barrera Berrios
Responsable de Suelo

Página 44 de 58

Carretera León - Managua Km. 83
Apartado 154 - León, Nicaragua
laquisa@gmail.com

Anexos N°4. Entrevista a aplicar a productores propietarios de las fincas.

Evaluar indicadores de la potencialidad de suelos y su efecto socioeconómico en unidades productivas en las comunidades, Chagüite Grande N°1, Y Sisle N°1, municipio Jinotega, departamento de Jinotega, I semestre 2017.

Nombre del productor
Nombre de la finca:
Área total:
Dirección:
Pueblo/comarca:
Nombre de entrevistador:
Dirección:
Canales de comercialización:
Tipo de red vial:

Situación socio económica

Rubro	Área	Producción 2015	Producción 2016

Rubro	Producción			
	Auto consumo	Venta	Precio	Lugar de venta

Análisis Financiero

Rubro	Egreso	Ingreso	Flujo Neto

Estrategias de generación de ingresos.

Estrategias	Si	No
Agricultura		
Ganadería		
Apicultura		
Piscicultura		
Comerciante		

Acceso a financiamiento

Año	Si	No	Financiamiento	Tasa de interés
2015				
2016				

Anexo N°5. Fotografía de las unidades de producción

La figura 10 de la unidad de producción agrícola la Estación cultivo frijol



Figura 10. Unidad de producción la Estación.

La figura 11 de la unidad de producción agrícola la Estación cultivo maíz



Figura 11. Unidad de producción

La figura 12 de la unidad de producción San Gerónimo cultivo maíz



Figura 12. Unidad de producción San Gerónimo

La figura 13 de la unidad el guabal tomando datos de cálculo de pendiente método de cordel.

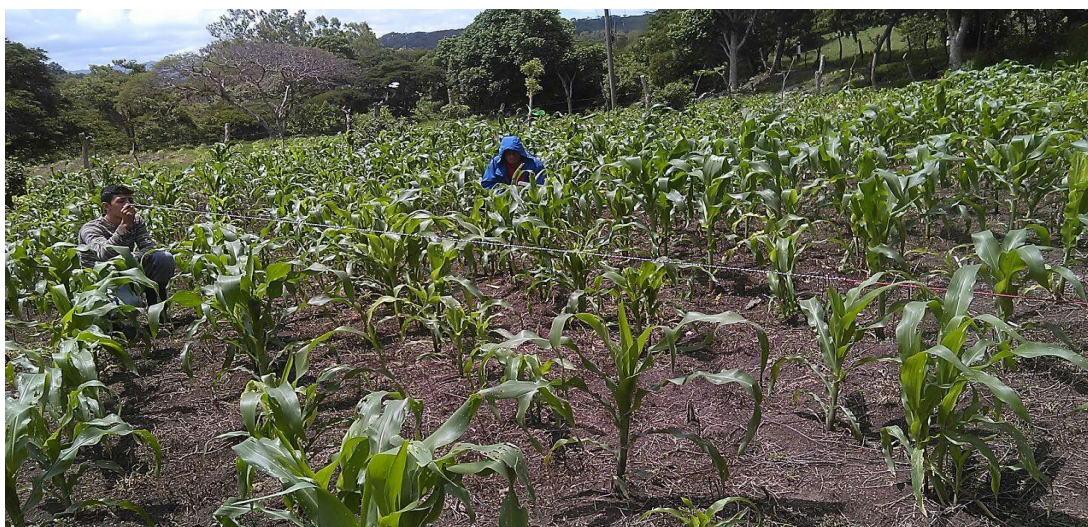


Figura 13. Unidad de producción método de cordel

Figura 14 forma de extracción de muestra de suelo con barreno



Figura 14. Extracción se muestra de suelo con barreno

La figura 15 muestra la forma de extracción del monolito para hacer la evaluación visual del suelo.



Figura 15. Monolito